



STUK-B-STO 60 / KESÄKUU 2006

SÄTEILYN KÄYTTÖ JA MUU SÄTEILYLLE ALTISTAVA TOIMINTA

Vuosiraportti 2005

Erkki Rantanen (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Siiri-Maria Aallos

Timo Ansaranta

Kari Jokela

Hannu Järvinen

Markus Kangasniemi

Eero Kettunen

Jarno Koikkalainen

Antti Kosunen

Maaret Lehtinen

Mika Markkanen

Eero Oksanen

Ritva Parkkinen

Eija Vartiainen

Eija Venelampi

Reijo Visuri

ISBN 952-478-129-8 (nid.) Dark Oy, Vantaa 2006

ISBN 952-478-130-1 (pdf)

ISSN 1235-6719

RANTANEN Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2005. STUK-B-STO 60. Helsinki 2006. 32 s. + liitteet 15 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2005 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1 764 turvallisuuslupaa. Luvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 907 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Vuonna 2005 STUK teki 458 turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastusta ja 62 ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä ja -suosituksia annettiin 273 kappaletta. Yhdelle laitteelle asetettiin käyttökielto.

Annostarkkailussa oli vuonna 2005 yhteensä 11 698 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin 137 000 kappaletta. Yhdenkään työntekijän annos ei ylittänyt säteilyasetuksessa määriteltyä annosrajoja.

Luonnonsäteilyn valvonnassa keskityttiin työpaikkojen radonsäteilyn valvontaan ja avaruussäteilystä lentohenkilöstölle aiheutuvan altistuksen valvontaan. Vuoden 2005 aikana radonvalvonnassa oli 90 työpaikkaa ja niissä yhteensä 233 työpistettä. Avaruussäteilystä aiheutuvan säteilyaltistuksen seurannassa oli yhteensä 2 600 lentäjää ja matkustamohenkilöstön jäsentä.

Mittanormaalityöinnässä jatkettiin kalibrointi- ja kehitystyötä edellisten vuosien tapaan.

Vuonna 2005 ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta kohdistui edelleen erityisesti matkapuhelimiin ja solariumeihin. Matkapuhelimien markkina- ja valvonnassa testattiin 15 matkapuhelinta. Lisäksi tarkastettiin 36 solariumien käyttöpaikkaa ja niissä yhteensä 44 solariumlaitetta. Pääosa tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin yhteisrahoitteisissa tutkimusprojekteissa. Työ kohdistui erityisesti testaus- ja mittausmenetelmien kehittämiseen matkapuhelimien ja niiden tukiasemien aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien aiheuttaman altistumisen määrittämiseksi.

Vuonna 2005 sattui 13 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 8 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa ja 5 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHTAJIEN ESIPUHE	5
1 YLEISTÄ	7
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	7
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	11
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	11
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	13
2.3 Turvallisuuslupan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	13
2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset	14
2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	14
2.6 Työntekijöiden säteilyannokset	14
2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyden toteaminen	15
2.8 Radioaktiiviset jätteet	15
2.9 Poikkeavat tapahtumat	15
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	18
3.1 Radon työpaikoilla	18
3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	18
3.3 Avaruussäteily	18
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	19
4.1 Yleistä	19
4.2 Optinen säteily	19
4.3 Sähkömagneettiset kentät	20
4.4 Poikkeavat tapahtumat	20
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	21
5.1 ST-ohjeet	21
5.2 Muu säännöstötyö	21
6 TUTKIMUS	22
6.1 Ionisoiva säteily	22
6.2 Ionisoimaton säteily	23
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	25
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	27
9 VIESTINTÄ	28
10 MITTANORMAALITOIMINTA	29
10.1 Ionisoiva säteily	29
10.2 Ionisoimaton säteily	29
11 PALVELUT	31
12 MUUTA	32
LIITE 1 TAULUKOT	33
LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2005	42
LIITE 3 ST-OHJEET	47

Johtajien esipuhe



Eero Kettunen
Johtaja
Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO)



Kari Jokela
Laboratorionjohtaja
Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR)

Vuonna 2005 on ionisoivan säteilyn käytön turvallisuus Suomessa pysynyt hyvänä. Työntekijöiden yhteenlaskettu vuotuinen kokonaisannos on hieman pienempi kuin edellisenä vuotena. Väestöön ei ole kohdistunut säteilyn käytöstä aiheutuvaa havaittavaa lisääntymistä edellisiin vuosiin verrattuna. Alan kansainvälinen haaste on nopeasti kehittyvä teknologia varsinkin terveydenhuollon säteilyn käytössä. Teknologian kehittyessä myös sovellukset monipuolistuvat ja antavat laajemmat mahdollisuudet säteilyn käyttöön.

Vuoden 2005 aikana Säteilyturvakeskus (STUK) oli mukana valmistelemassa säteilylain muutosta. Muutoksen taustalla oli Euroopan Unionin (EU) direktiivi korkea-aktiivisten säteilylähteiden valvonnasta. Säteilylain muutos astui voimaan 1.1.2006 ja sillä on jonkin verran heijastusvaikutuksia säteilylähteiden käyttäjille, suurimpana yksittäisenä asiana aktiivisuudeltaan suurimpien lähteiden haltijoille säädetty vakuuden asettamisvaatimus. Näitä lähteitä on Suomessa käytössä muutamia. Lakimuutoksen valmisteluprosessin ohessa STUK pyysi umpilähteiden haltijoita inventoimaan kaikki lähteensä ja tarkistamaan lähderekisteri- ja lupatietonsa. Kyseinen inventointi uusitaan muutaman vuoden kuluttua.

Käytöstä poistettujen palovaroittimien jälleenkäsittelyvaatimukset uudistuivat sisäasianministeriön asetuksen myötä. Varoittimia ei saa enää hävittää normaalin talousjätteen mukana. STUK uudisti palovaroittimien maahantuojaan lupaehdot siten, että maahantuojaan edellytetään huolehtivan laitteen kierrätyksestä esimerkiksi liittymällä keräystoimintaa harjoittavaan tuottajayhteisöön.

STUKin tavoitteena on ollut kehittää yhteistyötä eri sidosryhmiensä kanssa. Merkittävin tulos vuonna 2005 oli lastenradiologien kanssa tehdyn yhteistyön tuloksena julkaistu lasten röntgentutkimuksia koskeva opas.

Tietokonetomografiatutkimusten osuus kaikista säteilylle altistavista tutkimuksista on kasvussa. Tietokonetomografialaitteiden määrä on lisääntynyt kymmenen vuoden aikana noin 30 %. Uudet monileikelaitteet parantavat diagnostiikkaa ja tuovat uusia käyttömahdollisuuksia. Säteilyaltistuksen optimointia on tehtävä tähänastista enemmän. Siihen tarvitaan kliinistä kuvien laadun arviointia, jonka on oltava systemaattista ja vakiintunutta toimintaa.

Uutena laiteryhmänä ovat kuluneen vuoden aikana tulleet keskusteluun ja käyttöön PET-TT-laitteet, jotka mahdollistavat isotooppitutkimuksen ja TT-tutkimuksen yhdistämisen. Kahden kuvausmodaali-teen käytössä on kiinnitettävä huomiota paitsi säteilyturvallisuuteen myös kuvien asianmukaiseen tulkintaan, jossa tarvitaan näiden kummankin erikoisalan osaamista.

Digitaalitekniikan käyttö on vakiintunut röntgendiagnostiikassa. Digitaalilaitteiden laadunvalvontaan liittyvät yhtenäiset menetelmät ovat kehitysvaiheessa ja vaativat tutkimus- ja kehitystyötä kaikilla tahoilla. STUK on osallistunut tutkimustyöhön myös EU-yhteistyön puitteissa.

Suomeen on tulossa muutama uusi sädehoitokeskus. Sädehoidolle on kova kysyntä ja hoito on säilyttänyt asemansa tärkeänä hoitomuotona. Sädehoidon tarkkuutta on seurattu säännöllisillä vertailumittauksilla ja tarkkuus on todettu erittäin hyväksi. STUKin ylläpitämä mittanormaalityö on osa hoidon tarkkuuden varmistamista. Vuoden 2005 aikana tehdyissä kansainvälisissä mittanormaalityöminnan vertailumittauksissa ja arvioinneissa on toiminnan todettu olevan korkeatasoista.

Ionisoivan säteilyn käytössä sattui vuoden 2005 aikana yhteensä 13 poikkeavaa tapahtumaa. Mikään näistä tapahtumista ei aiheuttanut annosrajojen ylittymisiä. Hyväksi käytännöksi on havaittu poikkeavien tapahtumien läpi käyminen säännöllisissä asiantuntijaseminaareissa. Poikkeavien tapahtumien määrässä ei ole aiempiin vuosiin verrattuna tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR-laboratorio) toimii ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena sekä Lääkelaitosta ja työsuojeluviranomaisia avustavana asiantuntijana. Ionisoimattoman säteilyn valvontakohteina ovat olleet erityisesti solariumit ja vuodesta 2003 lähtien matkapuhelimet. Keskeisiä tutkimuskohteita ovat viime vuosina olleet radio- ja pientaajuisten kenttien dosimetria, pulssimaiset magneettikentät ja UV-säteilyn mittausten kehittämisen ja mittauksien parantaminen. Sähkömagneettisia kenttiä koskevan direktiivin voimaan saattaminen Suomessa vuoteen 2008 mennessä lisää tarvetta arvioida työntekijöiden altistumista kentille sekä tarjota koulutuspalveluja työsuojeluhenkilöstölle. Sähkömagneettisten kenttien turvallisuutta koskeva viestintä on viime vuosina ollut vilkasta.

Vuonna 2005 STUK vastasi solariumien käyttöä ja säteilyturvallisuutta koskevan pohjoismaisen kannanotton valmistelusta. Kannanotolla on vaikutusta standardien kehitykseen Euroopassa. Markkinaluvonnassa testattujen matkapuhelimien säteilyarvot eivät ylittäneet enimmäisarvoa. Puolustusvoimien kanssa tehtiin yhteistyötä tutka- ja radiolaitteista lähtevän RF-säteilyn säädösten ja valvonnan kehittämiseksi.

Keskeisiä ionisoimattoman säteilyn tutkimusaiheita olivat UV-A-säteilyn vaikutus hiiren melanoomaan, työntekijän altistuminen suurtaajuuskuumentimien RF-hajakentälle sekä testaus- ja mittausten kehittämisen matkapuhelimien ja niiden tukiasemien aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien aiheuttaman altistumisen määrittämiseksi.

1 Yleistä

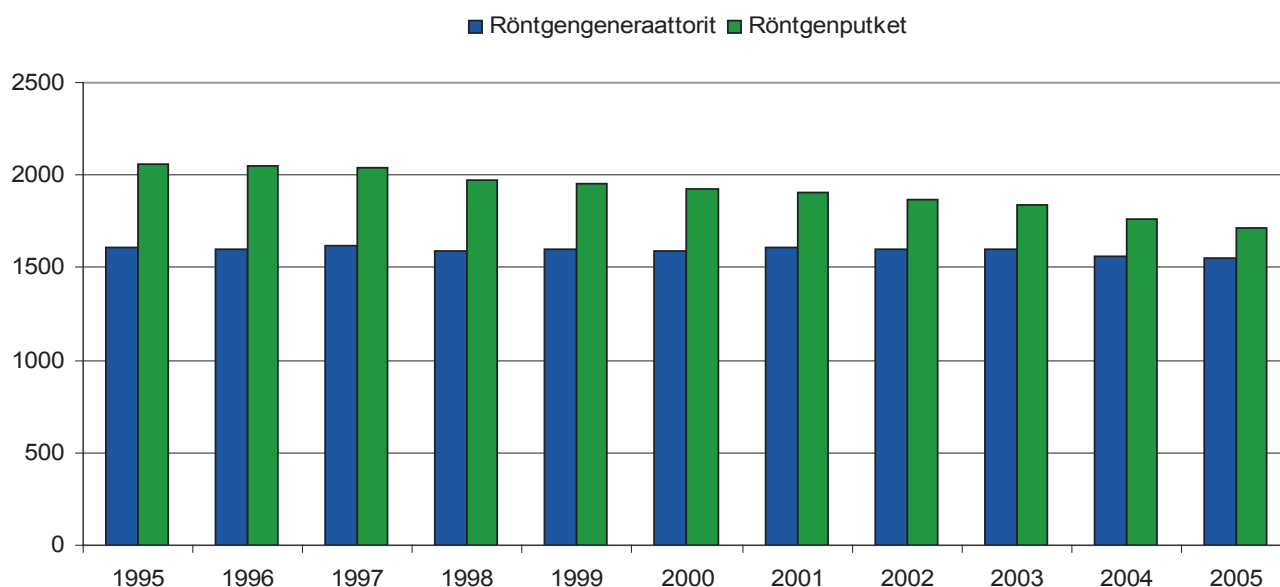
Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että ionisomatonta säteilyä.

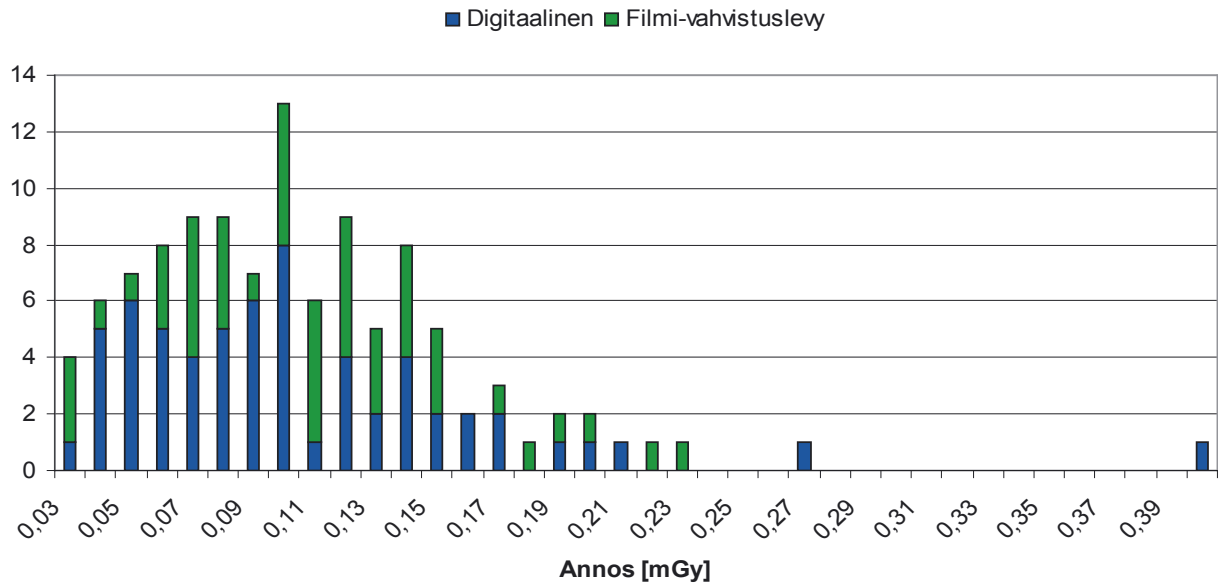
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaavat Suomessa STUKin Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) ja NIR-laboratorio.

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

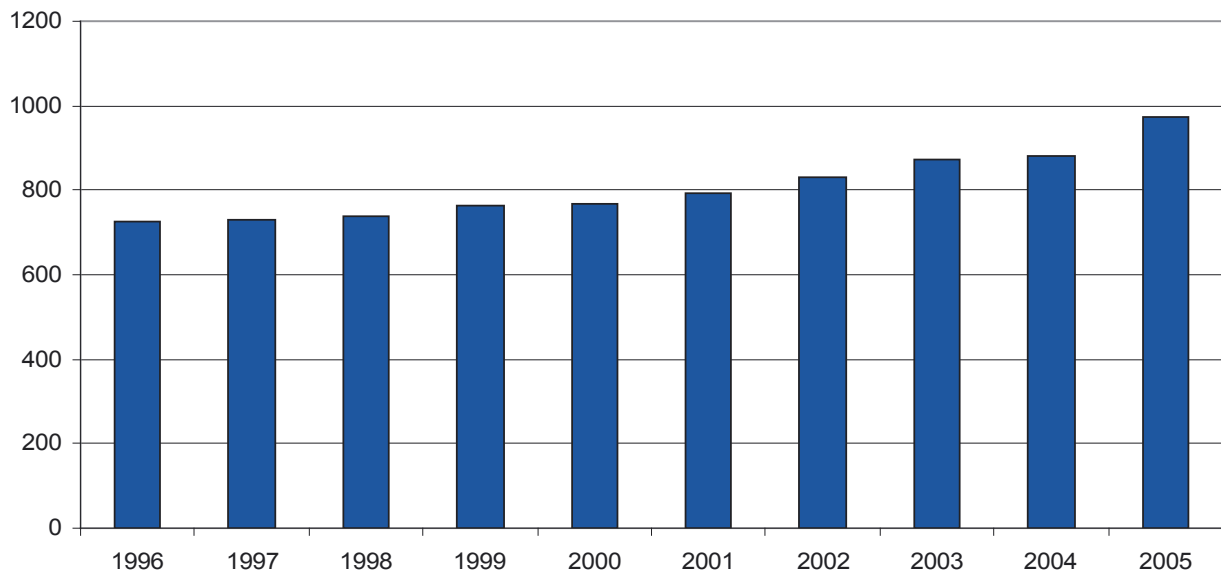
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään oheisissa kuvissa 1–6.



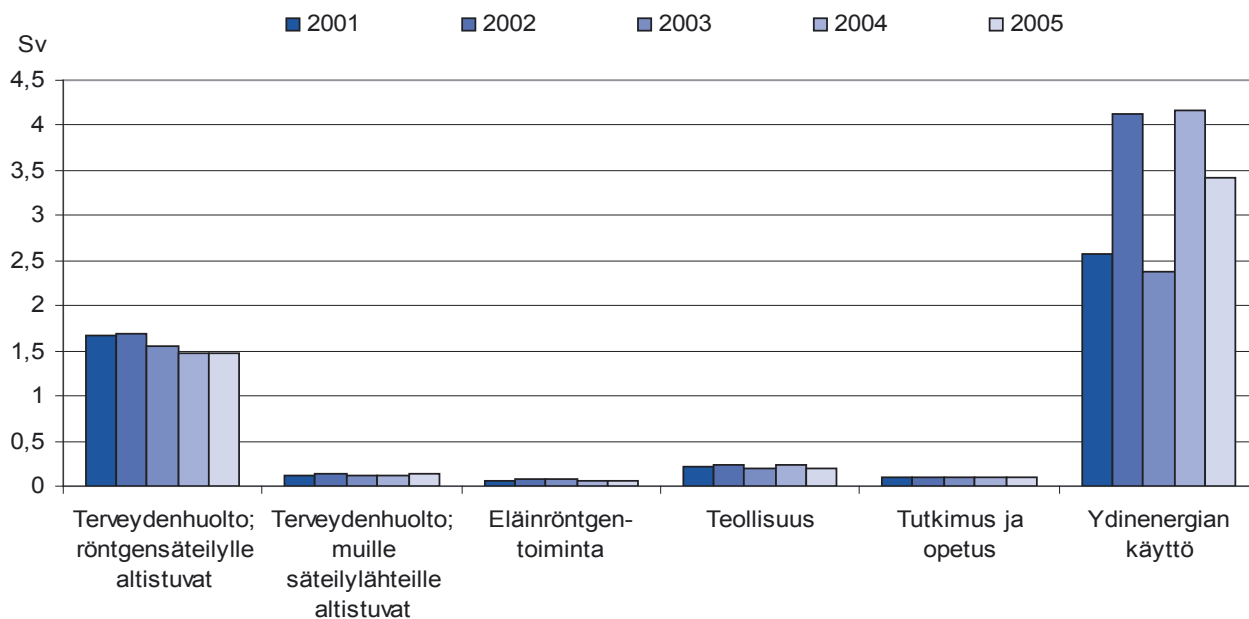
Kuva 1. Terveystenhuollon luvanvaraisten röntgengeneraattorien ja -putkien lukumäärät vuosina 1995–2005.



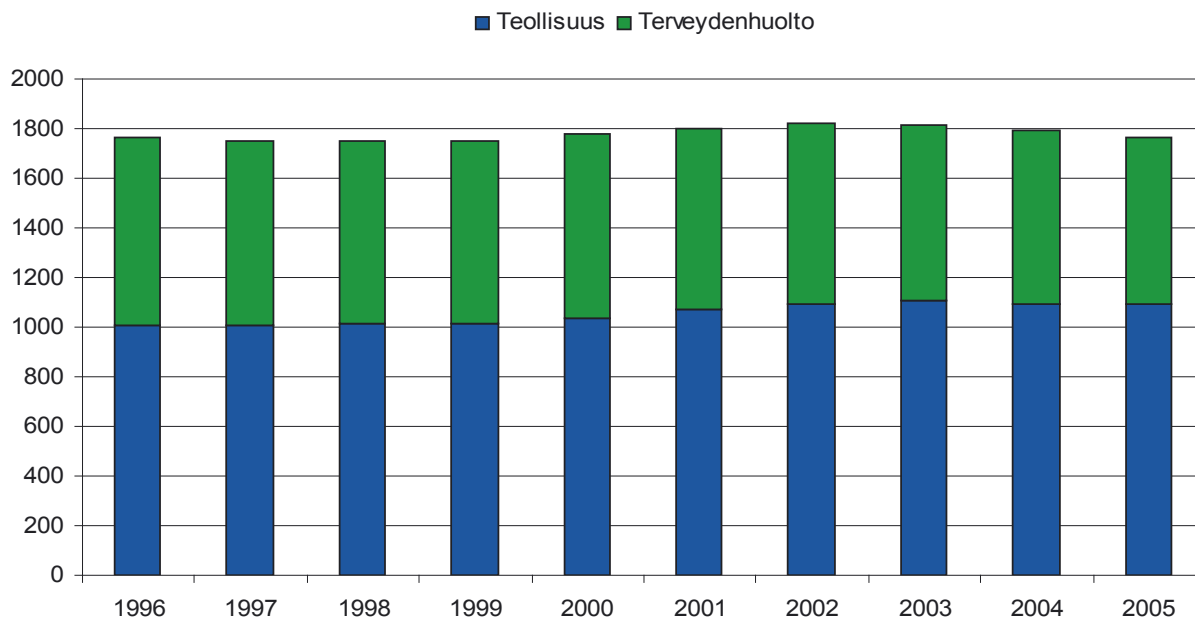
Kuva 2. STUKin tekemien tarkastusten yhteydessä vuonna 2005 mitattujen potilasannosten (thorax PA) annosjakau-
mat. Keskiarvot: Digitaalinen 0,10 mGy, filmi-vahvistuslevy 0,11 mGy. Keskiarvot aiempina vuosina: 1995: 0,19 mGy,
2000: 0,13 mGy. Vertailutaso 0,2 mGy.



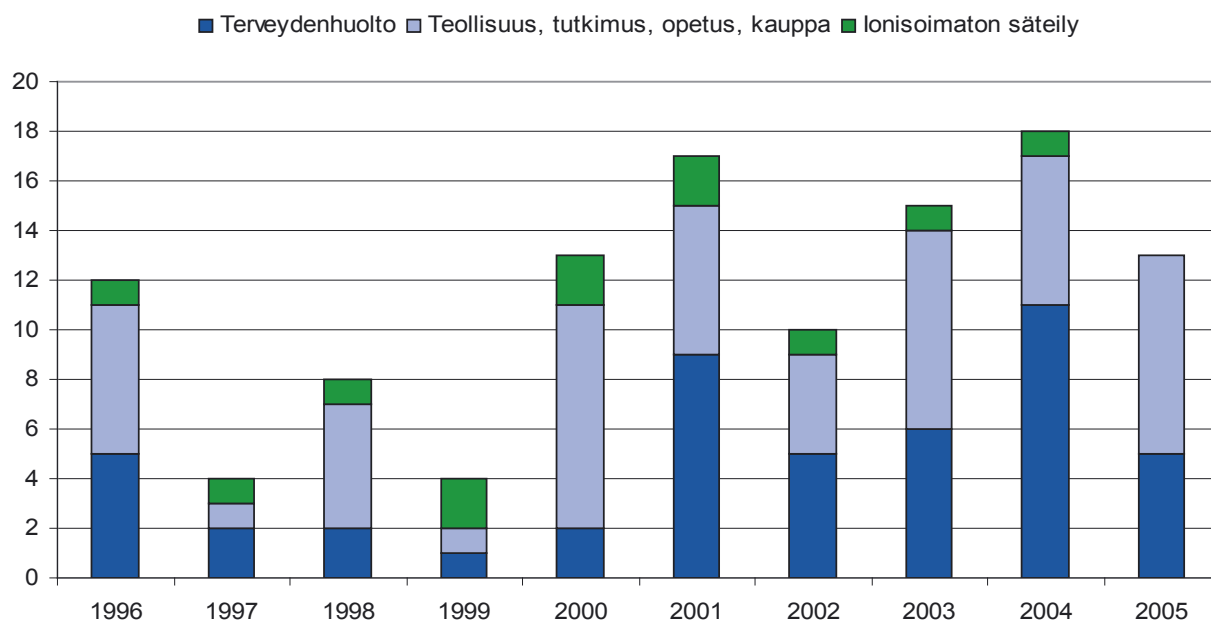
Kuva 3. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen röntgenlaitteiden ja kiihdyttimien lukumäärät vuosina 1996–2005.



Kuva 4. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannos) toimialoittain vuosina 2001–2005.



Kuva 5. Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 1996–2005.



Kuva 6. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 1996–2005.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa

Turvallisuusluvut

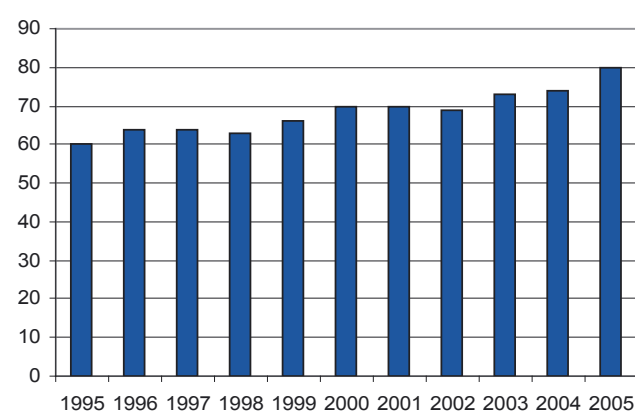
Vuoden 2005 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 670 kappaletta. Liitteen 1 taulukossa I on esitetty luvis- sa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät. Turvallisuuslupien kokonaismäärässä ei ole tapahtunut suuria muutoksia edellisestä vuodesta (kuva 5, kohta 1.1). Lukumääräisesti lupien määrä on vähenemään päin. Joitakin pienten röntgentoimintapaikkojen lupia on lakkautettu tai yhdistetty toisiin lupiin luvanhaltijan pyynnöstä. Joidenkin yliopistolisten sairaanhoitopiirien turvallisuuslupia on muokattu paremmin nykyistä käyttöorganisaatiota vastaaviksi. Eläinröntgentoimintaan myönnettiin uusia turvallisuuslupia, ja lupien määrän kasvusuunta näyttää jatkuvan kuten myös laitteiden lisääntyminen (ks. kuva 9). Yhtään uutta turvallisuuslupaa ei myönnetty vuoden 2005 aikana sädehoitoon tai avolähteiden käyttöön terveydenhuollossa.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Tietokonetomografialaitteiden (TT-laitteiden) lukumäärä on kasvussa. Vuodesta 1995 laitteiden määrä on kasvanut kolmanneksella ja vuoden 2005 lopussa laitteita oli 80 kappaletta (kuva 7). Näistä 71 oli perinteisessä tietokonetomografiakuvauskäytössä. Seitsemän laitetta oli yhdistelmänä yksifotoniemissiotomografian (SPET) kanssa ja yksi laite positroniemissiotomografian (PET) kanssa. Lisäksi yksi PET-TT-laite oli rekkaan asennettuna osa-aikaisesti käytössä ja viisi laitetta oli erikoiskäyttöön, lähinnä hammastietokonetomografiaan, tarkoitettuja. Edelleen näiden lisäksi sädehoidon simuloinnissa oli käytössä kuusi TT-laitetta.

Tietokonetomografialaitteiden laadunvarmistukseen ja tutkimuksen optimointiin liittyvän selvityksen tiedonkeruuvaihe saatiin vuonna 2005 päätökseen ja alustavista tuloksista raportoitii neuvottelupäivillä. Selvityksen vuoksi tietokone-

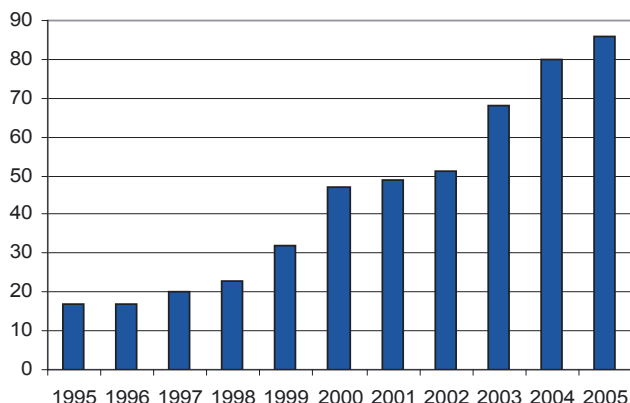
tomografialaitteet olivat yksi valvonnan painopistealueista. Tulosten perusteella useiden säteilyn käyttäjien tulisi enemmän perehtyä laadunvalvontaan ja optimoida tutkimuksia. Selvityksen raportti valmistuu vuonna 2006.



Kuva 7. TT-laitteiden lukumäärä vuosina 1995–2005.

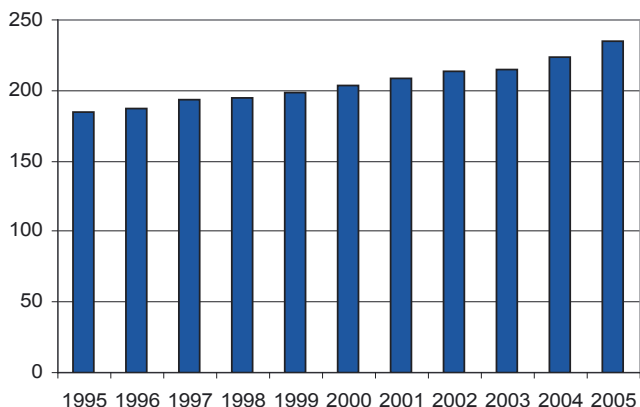
Luun mineraalipitoisuuden mittalaitteet, jotka perustuvat kaksiennergisen röntgenabsorptiometrian käyttöön (DXA), ovat yleistyneet viime vuosina merkittävästi. Laitteiden lukumäärä on viisinkertaistunut vuodesta 1995 (kuva 8). Vuosina 2004–2005 STUK mittasi näistä 17 laitetta ja selvitti luun mineraalipitoisuuden mittauksista aiheutuvia potilasannoksia (ks. kohta 6.1, Opinnäytetyöt). Valvonnassa on pantu merkille, että joillakin paikkakunnilla lähetettä on kirjotettu runsaasti väestömäärään nähden luun mineraalipitoisuuden mittauksiin. STUK haluaa muistuttaa, että sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetuksen (423/2000, 38 §) mukaisesti säteilylle altistavalla seulonnalla tarkoitetaan seulontaa ja muuta joukkotarkastusta, jossa radiologisia laitteita käytetään väestön riskiryhmiin kuuluvien oireettomien henkilöiden tutkimiseen tautitapausten varhaisdiagnosoinnissa. Luun mineraalipitoisuuden mittaukseen perustuva seulonta on erikseen perusteltava ja esitettävä Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus (Stakes)

arvioitavaksi. Seulonta voidaan hyväksyä, jos se arvioidaan oikeutetuksi ja sillä saavutettava kansanterveydellinen hyöty on suurempi kuin siitä aiheutuva kokonaishaitta (asetus 423/2000, 39 §).



Kuva 8. Luun mineraalipitoisuuden mittalaitteiden lukumäärä vuosina 1995–2005.

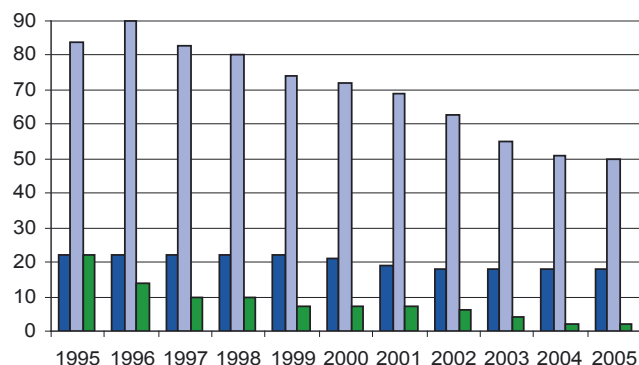
Eläinröntgentutkimuslaitteiden määrä on kasvuunnessa. Vuodesta 1995 laitteiden määrä on kasvanut reilulla neljänneksellä (kuva 9). Etenkin pieneläimien kuvaamiseen tarkoitettujen röntgenlaitteiden ja niiden käyttöpaikkojen lukumäärä on lisääntynyt.



Kuva 9. Eläinröntgentutkimuslaitteiden lukumäärä vuosina 1995–2005.

Radioimmunologiset määritykset (in vitro), joissa käytettiin merkkiaineena radioaktiivisilla aineilla leimattuja yhdisteitä, ovat korvautuneet muilla tekniikoilla, ja sen vuoksi C-tyypin radionuklidilaboratorioiden ja luokittelemattomien muiden laboratorioiden määrä on vähentynyt voimakkaasti (kuva 10). Sairaaloitten isotooppilaboratoriot ovat lähinnä B-tyypin laboratorioita ja niiden määrä on pysynyt lähes vakiona kymmenen vuoden ajan.

■ B-tyypin laboratoriot ■ C-tyypin laboratoriot ■ Muut laboratoriot



Kuva 10. Radionuklidilaboratorioiden lukumäärä terveydenhuollon säteilyn käytössä vuosina 1995–2005.

Sädehoidossa oli vuonna 2005 käytössä 30 lineaarikiihdytintä. Vuonna 1995 kiihdyttimiä oli 23. Niiden lukumäärän kasvu on ollut tasaista. Jälkilatauslaitteiden määrä on pysynyt lähes vakiona eli niitä on 11 kappaletta. Niiden käyttö on keskittynyt yliopistollisiin sairaaloihin. Käytössä oli myös boorineutronikaappaushoitoasema (BNCT-asema). Sädehoidon simulointeja varten on käyttöön otettu TT-laitteita ja niiden käyttö on edelleen yleistymässä.

Liitteen 1 taulukossa II on yksityiskohtaisempia tietoja turvallisuusluparekisterissä vuoden 2005 lopussa olleista terveydenhuollon säteilyn käytön ja eläinröntgentoiminnan säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista. Terveydenhuollon luvanvaraisten röntgen-generaattorien ja -putkien lukumäärät vuosina 1996–2005 on esitetty kuvassa 1 (kohta 1.1).

Vertailutasot

Vuonna 2005 STUK antoi vertailutasot lasten keuhkokuivauksia, nenän sivuonteloiden kuvauksia ja virtsarakon toiminnan läpivalaisututkimuksia (miktioikystografoita) varten sekä kardiologiseen radiologiaan sepelvaltimoiden röntgentutkimukselle (CA) ja läpivalaisuohjauksessa tehtävälle sepelvaltimoiden pallolaajennukselle (PTCA).

Tarkastusten yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella todettiin, että aikuisten röntgentutkimuksille annetut vertailutasot ylittyivät vuonna 2005 kuudessa tarkastuskohteessa. Isotooppitutkimusten vertailutasoja seurataan kolmen vuoden välein tehtävillä kyselyillä, joista edellinen tehtiin vuoden 2003 tiedoista.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

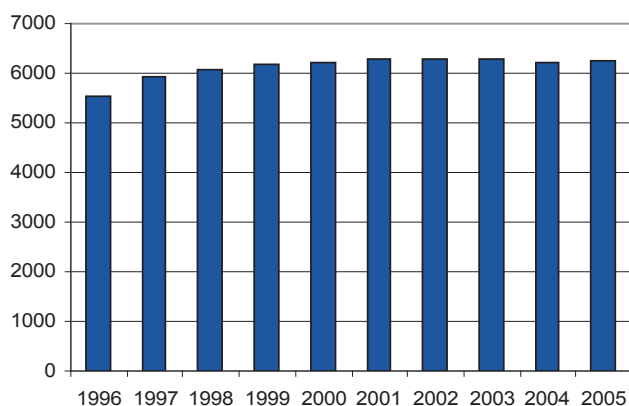
Turvallisuusluvut

Vuoden 2005 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen, opetuksen, kaupan ja huoltotoiminnan säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 094 kappaletta. Lupien määrä on viimeisen kymmenen vuoden aikana lisääntynyt noin 10 % (kuva 5, kohta 1.1). Liitteen 1 taulukossa III on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Vuoden 2005 aikana myönnettiin 47 uutta turvallisuuslupaa ja käsiteltiin 239 luvan muutoshakemusta. Muutoksista 102 koski vastaavan johtajan vaihtumista ja 137 muita muutoksia kuten uusien laitteiden käyttöönottoa. Lisäksi tehtiin 144 päätöstä, joilla lupa tai osa siitä lakkautettiin toiminnan tai säteilylähteen käytön loppumisen johdosta.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 11 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Laitteiden määrä lisääntyi selvästi 1990-luvun puolivälin jälkeen, mutta 2000-luvulla määrässä ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia.



Kuva 11. Turvallisuuslupiin merkittyjen, radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuosina 1996–2005.

Röntgenlaitteiden ja kiihdyttimien lukumäärät kymmenen vuoden ajalta on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1). Määrä on lisääntynyt yli 30 %. Käyttöön on otettu uusia läpivalaisulaitteita turvallisuus- ja tuotetarkastuksiin ja röntgenputkien käyttö on lisääntynyt myös analyysilaitteissa.

Liitteen 1 taulukossa IV on yksityiskohtaisempia tietoja turvallisuusluparekisterissä vuoden

2005 lopussa olleista teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytön säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista.

Liitteen 1 taulukossa V on tietoja umpilähteissä käytettävien radionuklidien lukumääristä ja kokonaisaktiivisuuksista.

Inventaarikysely

Vuonna 2005 lähetettiin kaikille umpilähteitä käyttäville toiminnan harjoittajille (600 kappaletta) inventaarikysely, jossa pyydettiin varmentamaan, että kaikki toiminnan harjoittajan hallussa olevat lähteet ovat asianmukaisilla käyttöpaikoillaan. Ilmeni, että kolme säteilylähdettä on kadonnut (ks. kohta 2.9). Lisäksi saatiin 94 muuta ilmoitusta, jotka edellyttivät muutosta turvallisuuslupaun. Näitä olivat muun muassa toiminnan harjoittajan nimen muutokset, vastaavan johtajan vaihtuminen, uuden laitteen käyttöönotto tai laitteen käytöstä poisto. Yhteystietojen muutoksia, säteilylähteiden valmistusnumeroiden tarkennuksia tai muita vähäisempiä muutosilmoituksia saatiin kyselyn perusteella 113 kappaletta.

Inventaarikyselyn perusteella voidaan päätellä, että säteilyn käytössä tapahtuvista muutoksista ei aina ilmoiteta STUKille ajallaan. Kadonneiden lähteiden tapaukset ilmentävät lisäksi puutteita toiminnan harjoittajan omassa kirjanpidossa. Säteilyn turvallisen käytön varmistamiseksi vastaavat kyselyt ovat selvästi tarpeellisia määräraiskatarkastusten lisäksi.

2.3 Turvallisuuslupan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveystieteen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 317 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 149 korjausmääräystä tai -suositusta. Lisäksi määrättiin käyttökieltoon yksi röntgentoimintaan hankittu lisälaitte, jolle ei ollut turvallisuuslupaa; laitteelle on hankittava turvallisuuslupa, jos se aiotaan ottaa käyttöön.

Teollisuuden, tutkimuksen, opetuksen ja kaupan säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 141 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin 61 korjausmääräystä tai -suositusta 46:lle toiminnan harjoittajalle. Puutteita ilmeni eniten varoitusmerkinnöissä.

Tarkastusten lukumäärät tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on esitetty liitteen 1 tau-

lukossa VI. Turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastukset toiminnan tyyppin mukaan eriteltyinä on esitetty taulukossa VII.

2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset

Hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 907 toiminnan harjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin 1 302 laitteelta. Keskimääräinen annos oli 2,5 mGy. Annos vastaa posken pinnalle tulevaa annosta hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 5 mGy ylittyi 48 kuvauslaitteella.

Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastuksia tehtiin 62 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin 63 korjausmääräystä tai -suositusta 39:lle toiminnan harjoittajalle.

Hammasröntgentoiminnan tarkastukset tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on myös esitetty liitteen 1 taulukossa VI.

2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

Tiedot vuonna 2005 maahan tuoduista, maassa valmistetuista ja maasta viedyistä radionuklideista on esitetty liitteen 1 taulukoissa VIII–X. Taulukoiden luvut perustuvat tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuuslupan haltijoilta kerättyihin tietoihin. Tuonti- ja vientitilastoissa eivät ole mukana toiminnan harjoittajien EU:n sisältä omaan käyttöön tuodut ja EU:n sisälle omasta käytöstä viedyt radioaktiiviset aineet. Tilastot eivät myöskään sisällä radioaktiivisia aineita, joita on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.

Liitteen 1 taulukossa VIII eivät ole mukana amerikumia (^{241}Am) sisältävät palovaroittimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan yhteensä 354 982 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 12,1 GBq.

2.6 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2005 yhteensä 11 698 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin 137 000 kappaletta.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden annosrajasta (100 mSv) laskettua vuosikeskiarvoa 20 mSv. Kenenkään työntekijän käsien

annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 500 mSv.

Säteilyn käytössä kokonaisannos oli 1 % ja ydinenergian käytössä 18 % pienempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannokset vaihtelevat vuosittain huomattavasti riippuen vuosihuoltojen pituudesta ja tehtävistä huoltotoista.

Terveystarkastuksessa suurin röntgensäteilyä aiheutunut syväannos 42,2 mSv kirjattiin toimenpideradiologille. Tämä vastaa noin 0,7–4,2 mSv:n efektiivistä annosta. Eläinröntgentoiminnassa suurin syväannos oli 8,3 mSv ja se mitattiin eläinlääkäriltä. Annos vastaa 0,1–0,8 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin efektiivinen annos teollisuudessa oli umpilähteitä käyttäneen henkilön annos 10,8 mSv.

Tutkimuksen ja opetuksen toimialalla suurin efektiivinen annos oli 17,1 mSv, ja se kirjattiin avolähteitä käyttäneelle henkilölle. Suurin sormiannos 239,4 mSv kirjattiin avolähteitä käyttäneelle laboratoriohittajalle.

Suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevien työntekijöiden kokonaisannos oli 3,1 Sv (efektiivisten annosten summa). Tästä 2,6 Sv kirjattiin ulkopuolisille työntekijöille ja 0,5 Sv voimalaitosten omille, vakituisille työntekijöille. Suurin syväannos 14,8 mSv aiheutui mekaanisia töitä ja konekunnossapitotöitä tehneelle henkilölle. Osa tästä annoksesta aiheutui työskenneltäessä Ruotsin ydinvoimalaitoksella. Teollisuuden toimialalla työskentelevistä teollisuuskuvauksista osa työskentelee myös ydinvoimalaitoksilla. Ydinvoimalaitoksilla heille aiheutuneet säteilyannokset lasketaan mukaan aineenkoetuksessa työskentelevien annokseen (ks. liitteen 1 taulukko XIII).

Sisäisen säteilyn aiheuttamasta altistuksesta aiheutuvia, yli 0,1 mSv:n ylittäviä efektiivisiä annoksia oli yhdeksällä ydinvoimalaitostyöntekijällä ja yhdellä tutkimuksen alalla työskentelevällä. Näiden työntekijöiden sisäisestä altistuksesta aiheutuva yhteenlaskettu annos oli 1,7 mSv.

Työntekijöiden annosmittauksiin liittyviä selvityksiä tehtiin 29 kappaletta.

Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain viiden viime vuoden ajalta esitetään liitteen 1 taulukossa XI. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimialoittain esitetään kuvassa 4 (kohta 1.1) ja taulukossa XII. Taulukossa XIII on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2005. Kuvissa ja taulukoissa esitetyt

mittaustulokset (syväannokset) ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla mittaustulos (syväannos) tekijällä 10–60.

Säteilyaltistuksen seuranta työskenneltäessä ulkomailla

Annosrekisteristä luovutettiin 67 säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjaa vuoden 2005 aikana. Kyseistä asiakirjaa tarvitsevat ulkomaille säteilytyöhön menevät henkilöt. Määrä vaihtelee vuosittain esimerkiksi ulkomailla tapahtuvan koulutuksen vuoksi. Suomeen palattaessa asiakirja palautetaan STUKiin, jotta ulkomailla ollessa aiheutuneet säteilyannokset voidaan kirjata annosrekisteriin. Suomen ja Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisien kesken on sovittu menettelystä, jonka mukaan kummankin maan ydinvoimalaitokset ilmoittavat työntekijöiden annokset suoraan työntekijöiden kotimaan annosrekisteriin. Tällöin Ruotsin ydinvoimalaitoksille töihin menevät suomalaiset eivät tarvitse säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjaa, vaan heille riittää esimerkiksi annosrekisteriote.

2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyysien toteaminen

Hyväksytyt annosmittauspalvelut

Suomessa toimii neljä annosmittauspalvelua, joista kolme mittaa työntekijöille ulkoisesta säteilystä aiheutuvaa altistusta ja yksi sisäisestä säteilystä aiheutuvaa altistusta. STUK valvoo ulkoisen säteilyn annosmittausten luotettavuutta tarkastamalla ja hyväksymällä annosmittauspalvelut ja niiden käyttämät menetelmät sekä tekemällä mittauspalveluille ns. sokkotestejä. Vuonna 2005 tehdyt ulkoisen säteilyn mittauspalveluiden (Doseco Oy ja ydinvoimayhtiöt) sokkotestit osoittivat annosmittauspalveluiden täyttävän niille asetetut vaatimukset. Sisäisestä säteilystä aiheutuvaa altistusta mittaava STUKin annosmittauspalvelu auditointiin vuonna 2005. Lisäksi tarkastettiin ja hyväksyttiin Doseco Oy:lle uusi sormiannosmittausmenetelmä.

Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK vahvistaa säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyysvaatimukset ja tutkii niiden täyttymisen. Tämän perusteella säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan koulutusta ja pätevyyskouluteluja järjestävät koulutusorganisaatiot hakevat STUKilta oikeuden järjestää vastaavan johtajan kouluteluja. Vuonna 2005 tarkastettiin 17 hakemusta ja annettiin niistä päätös koulutusorganisaatiolle. Koulutusorganisaatiot on esitetty STUKin verkkosivuilla.

Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkäreiden pätevyyden. Vuoden 2005 lopussa Suomessa oli kaikkiaan 215 terveystarkkailusta vastaavaa lääkäriä, joista 23 sai pätevyyden vuoden 2005 aikana.

2.8 Radioaktiiviset jätteet

STUKin ylläpitämään radioaktiivisten jätteiden kansalliseen pienjätevarastoon on vuoden 2005 loppuun mennessä kuljetettu 184 jätepakkausta (vuonna 2005 ei ollut kuljetuksia). Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden aktiivisuus tai massa on esitetty liitteen 1 taulukossa XIV.

Ennen jätteiden kuljettamista pienjätevarastoon ne toimitetaan välivarastoon, joka sijaitsee STUKin Helsingin toimitilojen yhteydessä. Vuonna 2005 STUKin välivarastoon otettiin vastaan 50 pienjätelähetystä, joissa oli yhteensä 140 kolia. Liitteen 1 taulukossa XV on esitetty STUKiin vuonna 2005 toimitettujen jätteiden aktiivisuus tai massa.

2.9 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2005 sattui 13 tapausta, joihin liittyi tai epäiltiin liittyvän normaalista poikkeava tapahtuma tai tilanne ionisoivan säteilyn käytössä. Tapauksista 8 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa sekä 5 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 1996–2005 on esitetty kuvassa 6 (kohta 1.1).

Jäljempänä olevissa tapausselostuksissa on esitetty vuonna 2005 sattuneet poikkeavat tapahtumat ja niiden syyt sekä toimenpiteet, joihin kunkin tapahtuman johdosta on ryhdytty.

Tapahtuma 1

Potilaalle annettiin erehdyksessä väärää radiolääkettä. Potilaalle oli tarkoitus tehdä luuston gammakuvaus ^{99m}Tc :llä leimatulla radiolääkkeellä, mutta hänelle annettiin erehdyksessä sydäntutkimuksiin tarkoitettua ^{99m}Tc :llä leimattua radiolääkettä. Potilaalle aiheutuneeksi ylimääräiseksi säteilyaltistukseksi arvioitiin 1,5 mSv. Potilaalle kerrottiin välittömästi asiasta ja vastaavien tapahtumien välttämiseksi työntekijöiden kanssa käytiin läpi menettelyohjeet ja korostettiin erityisesti huolellisuuden merkitystä.

Tapahtuma 2

Isotooppihoitoa (^{153}Sm -EDTMP, aktiivisuus 2 385 MBq) annettaessa kanyylin lääkelisäysventtiilin ja ruiskun liitoskohta petti ja radiolääkettä levisi potilaan iholle, suojapaperille ja vähäisessä määrin potilaan vaatteille. Puhdistustoimet toteutettiin asianmukaisesti ja kontaminoituneet vaatteet ja puhdistusvälineet siirrettiin vanhentamisvarastoon. Potilaan saamaksi aktiivisuudeksi arvioitiin gammakameralla tehdyn mittauksen perusteella alle 7 MBq. Potilaan käsivarren ihokontaminaation aktiivisuudeksi arvioitiin alle 4 MBq. Potilaalle suunniteltiin annettavaksi uusi isotooppihoito myöhemmin. Tapahtumien kulku ja jatkoimet käytiin läpi tapahtumassa mukana olleiden henkilöiden kanssa vastaavan johtajan johdolla.

Tapahtuma 3

Vetokaappi kontaminoitui ^{131}I -MIBG-hoitoannoksen laimennuksen yhteydessä, kun ruisku irtosi neulasta. Ruiskusta ja pullosta mitattujen jäännösaktiivisuuksien perusteella vetokaappiin roiskuneeksi aktiivisuudeksi arvioitiin 550 MBq. Työntekijä sulki vetokaapin ja vaihtoi vaatteensa. Vetokaapin sisällä annosnopeus oli enimmillään 100 $\mu\text{Sv/h}$. Tämän perusteella vetokaappi päätettiin pitää suljettuna ja imuteho täysillä vähintään 1,5 kk, minkä jälkeen puhtaus varmistettiin mittauksin. Vetokaapin ulkopuolella annosnopeus oli enimmillään 2 $\mu\text{Sv/h}$. Työntekijän kilpirauhanen monitoroitiin neljän päivän kuluttua sisäisen kontaminaation selvittämiseksi, mutta kilpirauhasessa ei todettu ^{131}I -kontaminaatiota.

Tapahtuma 4

Potilaalle oli tarkoitus tehdä luuston gammakuvaus ^{99m}Tc :llä leimatulla radiolääkkeellä, mutta

hän sai erehdyksessä 580 MBq pelkkää ^{99m}Tc -perteknetaattia. Potilaalle aiheutuneeksi ylimääräiseksi säteilyaltistukseksi arvioitiin 7,5 mSv. Potilaalle kerrottiin välittömästi asiasta ja luuston gammakuvaus tehtiin myöhemmin. Työntekijöitä kehoitettiin miettimään keinoja vastaavien tapahtumien välttämiseksi.

Tapahtuma 5

Sädehoidon jälkilatauslaitteen säteilylähteen vaihdossa ^{192}Ir -lähde tuli ulos kuljetussäiliöstä siirtoletkua irrotettaessa ja kaksi fyysikkoo altistui säteilylle. ^{192}Ir -lähde (70 GBq) oli siirretty jälkilatauslaitteesta kuljetussäiliöön. Siirtoletkua irrotettaessa todettiin sekä säteilyvalvontamittarin hälytyksestä että visuaalisesti, että lähde tuli ulos säiliöstä. Lähde palautettiin jälkilatauslaitteeseen ja siirrettiin uudelleen kuljetussäiliöön. Tapahtuman syyksi arvioitiin liian myöhään – siirtoletkua jo irrotettaessa – kiinnitetty lähteen kuljetussäiliön lukitusjarru. Toiselle fyysikolle arvioitiin sormien altistukseksi 2,1 mSv ja koko kehon altistukseksi 0,3 mSv, toiselle fyysikolle vastaavasti 6,4 mSv ja 0,3 mSv. Tapahtuma käytiin läpi siihen osallistuneiden ja säteilyn käytöstä vastaavan johtajan kesken.

Tapahtuma 6

Umpilähteiden maahantuoja vastaanotti suomalaiselta toiminnan harjoittajalta käytöstä poistetun ^{137}Cs -säteilylähteen (370 MBq) suojuksineen. Kuljetuspakkausta avattaessa havaittiin, että säteilylähde oli kiinnitetty kuljetuslavan sivuttain ja että sen suljin oli auki. Annosnopeus lähteen säteilykeilassa 1 metrin etäisyydellä lähteestä oli 15–20 $\mu\text{Sv/h}$. Maahantuoja oli toimittanut toiminnan harjoittajalle tarkat käsittely- ja pakkausohjeet, mutta ilmeisesti inhimillisen virheen takia suljin oli käännetty pakkausvaiheessa auki-asentoon. Sulkimen asennon osoittavat merkinnät olivat myös vaikeasti havaittavissa. On epätodennäköistä, että kuljetuksen tai muun käsittelyn aikana kukaan olisi saanut merkittäviä säteilyannoksia. Lähteen aktiivisuus on kohtuullisen pieni, säteilykeila on kapea (yhden metrin etäisyydellä 10 cm) ja kuljetuslavan käsittelijät eivät joudu työskentelemään aivan lähteen lähellä.

Säteilylähteen lähettänyttä toiminnan harjoittajaa kehoitettiin jatkossa varmistamaan, että säteily-

lähteiden pakkaaminen ja kuljettaminen tehdään määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Tapahtuma 7

Ongelmajätteiden keräyspisteeseen oli tuotu lasiputkia sisältävä pakkaus, joissa oli merkintä radioaktiivisista aineista. Lasiputket olivat vanhoja tutkan osia. Lasiputkien sisällä saattaa olla pieni määrä radioaktiivista tritiumia, mutta määrä on niin vähäinen, että se ei ollut ulkopuolelta havaittavissa STUKin mittauksissa. Lasiputkien käsittely tai varastointi ei näin ollen aiheuttanut säteilyaltistusta kenellekään. Putket toimitetaan STUKin pienjätevarastoon.

Tapahtuma 8

STUK sai ilmoituksen, että erään taloyhtiön autotallissa on säteilyvaaramerkillä varustettuja laitteita. STUKin tarkastajat kävivät tutkimassa ja mittamassa laitteet ja totesivat, että ne eivät sisällä radioaktiivisia aineita. Selvisi myös, että ne olivat käytöstä poistettuja juomapakkausten pinnankorkeuden mittalaitteita, joita juomatehtaan vastaava johtaja oli tilapäisesti varastoinut omassa autotallissaan. Laitteiden sisältämät ^{241}Am -umpilähteet oli poistettu asianmukaisesti ennen laitteiden käytöstä poistoa, mutta varoitusmerkinnät olivat jääneet poistamatta. Vastaava johtaja poisti laitteista kaikki säteilyyn liittyvät merkinnät.

Tapahtuma 9

Juomatehtaaltehdyissä tarkastuksessa havaittiin, että kaksi varastoituna ollutta ^{241}Am -lähdetä (3 700 ja 3 330 MBq) oli kadonnut. Vastaavalta johtajalta pyydettiin selvitys tapahtumasta ja toimenpiteistä, joilla vastaavat katoamiset estetään.

Kadonneiden lähteiden olinpaikka ei ole selvinyt.

Tapahtuma 10

Metalliromuttamolalta löytyi laite, jossa oli säteilyvaaramerkki. Romuttamolle tehdyssä tarkastuksessa ja myöhemmissä mittauksissa selvisi, että kyseessä oli nestetuikelaskurin ^{226}Ra -referenssilähde (0,37 MBq). Kyseisten lähteiden käyttö on vapautettu turvallisuusluvasta, mutta käytöstä poistettavia lähteitä tulisi kuitenkin käsitellä radioaktiivisina jätteinä. Lähde toimitettiin STUKin jätevarastoon.

Tapahtumat 11–13

STUKin tekemässä inventaarikyselyssä (ks. kohta 2.2) ilmeni, että eri toiminnan harjoittajilta on kadonnut kolme säteilylähdetä:

- tiheysmittarin ^{60}Co -lähde, 18 MBq (aktiivisuus 31.12.2005)
- testilähde ^{137}Cs , 366 kBq
- ionisaatiolähde ^{241}Am , 60 MBq.

Tiheysmittari oli ollut pitkään varastoituna, ja sen katoamisen syy ja ajankohta eivät selvinneet. Testilähde katosi, kun sen säilytystilassa olleita muita tavaroita poistettiin käytöstä vuonna 2004. Ionisaatiolähde oli ollut tutkimuskäytössä, ja ilmeisesti se oli lainattu useita vuosia aikaisemmin ohi kirjanpidon toiseen käyttöön. Lähteen olinpaikka tai lainaaja ei kuitenkaan selvinnyt.

Lähteensä kadottaneita toiminnan harjoittajia on kehoitettu pitämään tarkempaa kirjanpitoa säteilylähteistään.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

3.1 Radon työpaikoilla

Vuoden 2005 aikana STUK sai ilmoituksen yhteensä 226:sta radonmittauksen tuloksesta, jotka koskivat joko työpisteessä mitattua radonpitoisuuden toimenpidearvon 400 Bq/m³ ylitystä tai olivat aiemmin todettuihin ylityksiin liittyviä lisäselvityksiä. Radonmittausten tulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 75 tarkastuspöytäkirjaa. Pöytäkirjoissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 70 työpisteessä ja mittaus toisena vuodenaikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 13 työpisteessä. Onnistuneita radonkorjauksia tehtiin vuoden aikana 56 työpisteessä. Lisäselvitysten (työnaikainen mittaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella STUK lopetti valvonnan viidessä työpisteessä. STUKin valvonnassa oli vuoden aikana 90 työpaikkaa ja näissä yhteensä 233 työpistettä.

Säännönmukainen radontarkastus tehtiin kahdessa maanalaisessa kaivoksessa, joissa keskimääräiset radonpitoisuudet alittivat toimenpidearvon. Maanalaisia louhintatyömaita tarkastettiin 11 kappaletta, joista yhdessä radonpitoisuus oli toimenpidearvoa suurempi.

Työntekijöiden radonaltistusta seurattiin säännöllisten radonmittausten ja työaikaseurannan avulla neljällä tavanomaisella työpaikalla ja yhdellä louhintatyömaalla, joissa radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden 2005 aikana yhteensä 39 työntekijää.

Työntekijöiden säteilyaltistuksen määrittämiseen käytettävällä radonpitoisuuden mittalaitteella tai mittausmenetelmällä on oltava STUKin hyväksyntä. Liitteen 1 taulukossa XVI on luette-

loitu organisaatiot, joiden laitteet on hyväksytty. Hyväksynnän edellytyksenä on, että laite on asianmukaisesti kalibroitu.

3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden, rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Vuoden 2005 aikana laadittiin tarkastuspöytäkirjat neljästä rakennusmateriaalin ja yhdestä talousveden aktiivisuusmittauksesta. Lisäksi annettiin kolme lausuntoa, jotka koskivat materiaalin käyttöä raaka-aineena, materiaalin käsittelyä sekä työntekijöiden altistumista.

3.3 Avaruussäteily

Kuudelle lentotoiminnan harjoittajalle annettiin kehoitus selvittää lentotyöstä työntekijöille aiheutuva säteilyaltistus. Selvitysten perusteella neljän lentoyhtiön työntekijät altistuvat avaruussäteilylle siinä määrin, että työntekijöille on järjestettävä säteilyaltistuksen seuranta.

Annosrekisteriin kirjattiin Finnair Oyj:n ja Oy Air Finland Ltd:n ilmoittamat työntekijöiden annokset. Suurin avaruussäteilystä aiheutunut henkilökohtainen annos oli lentäjillä 4,3 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvilla 5,2 mSv. Lentäjien annosten keskiarvo oli 1,8 mSv ja matkustamohenkilöstön 2,0 mSv. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden yhteenlasketut efektiiviset annokset esitetään liitteen 1 taulukossa XVII.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultra-violettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. STUK valvoo ionisoimatonta säteilyä aiheuttavia toimintoja, joskaan valvonta ei ole suoraan rinnastettavissa ionisoivan säteilyn käytön valvontaan.

Keskeisin valvontakohde vuodesta 1995 lähtien ovat olleet solariumlaitteet ja niiden käyttöpaikat. Toinen tärkeä kohde ovat matkapuhelimet, joiden markkinavalvonta aloitettiin vuonna 2003. Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteiden käyttö väheni huomattavasti 1990-luvun alkupuolella lamavuosien myötä. Aivan viime vuosina kiinnostus ”showlasereihin” on kuitenkin lisääntynyt kehittyneen laserteknologian (puoli-johdelaserien käyttö) myötä.

Muutama yleisradioasema ja matkapuhelimien tukiasema sekä tutka-asema on tarkastettu vuosittain.

NIR-laboratorion suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2000–2005 on esitetty liitteen 1 taulukossa XVIII. Viranomaistarkastuksista suurin osa on solariumien käyttöpaikkatarkastuksia ja matkapuhelimien markkinavalvontaa. Viranomaistarkastusten määrä on kasvanut osin matkapuhelimien säteilytestausten myötä.

4.2 Optinen säteily

Solariumlaitteiden valvonta

Yhteistyö kunnallisten terveysterveysviranomaisten kanssa aloitettiin vuonna 1998 laajalla solariumkäyttöpaikkojen selvityksellä ja terveystarkastajien kouluttamisella solariumtarkastuksiin. Vuonna 2005 yhteistyö terveystarkastajien kanssa oli lähinnä tarkastuksiin liittyvää neuvontaa, kuten esimerkiksi käytössä olleiden UV-lamppujen säteilyominaisuuksien ja laitteiden vaatimustenmukaisuuden

selvittämistä. Joitakin tarkastuksia tehtiin yhdessä paikallisen terveystarkastajan kanssa. Lisäksi UV-säteilystä, solariumeista ja terveydestä luennoitiin ympäristöterveyden, terveydenhuollon ja ympäristönsuojelun henkilöstölle Kuopion yliopiston ja sosiaali- ja terveysministeriön (STM) järjestämällä Ympäristölääkätiede-kurssilla.

Solariumien käyttöpaikkatarkastukset aloitettiin vuonna 1995. STUKin tekemien tarkastusten lukumäärät vuodesta 2000 alkaen on esitetty liitteen 1 taulukossa XIX. Vuonna 2005 käyttöpaikkoja tarkastettiin 36 kappaletta. Näistä yhteensä 10 paikkaa oli joko lopettanut solariumtoiminnan tai yritystä ei ollut enää olemassa. Solariumin käyttäjän turvallisuuteen vaikuttavia puutteita löytyi lähes kaikilta käyttöpaikoilta. Yhteensä tarkastettiin 44 solariumlaitetta. Näistä noin neljännes ei kuulunut Suomessa hyväksyttävään laiteluokkaan (UV-tyyppi 3), mikä on hieman enemmän kuin aiempina vuosina. Vain yhdeltä laitteelta puuttuivat kokonaan kirjalliset ohjeet käyttäjälle. Noin puolella laitteista oli vaatimustenmukaiset ohjeet, mutta näillä laitteilla lähes kolmanneksella oli lisäksi vaatimustenvastaista informaatiota. STM:n ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta antaman asetuksen (294/2002) mukainen solariumin vuosittaista käyttöä rajoittava suositus ja 18-vuoden ikärajasuositus oli vain vajaalla puolella käyttöohjeista. Neljällä laitteella kymmenestä ei ollut vaatimustenmukaista ajastinta, jolla voi valita suositellut säteilytysajat ja joka katkaisee säteilyn asetetun ajan kuluttua.

Muu valvonta

STUKin ja Psoriasisliiton käymissä neuvotteluissa selvitettiin, mitä on tehtävä ihotautipotilaille vuokrattavien UV-hoitolaitteiden turvallisuuden parantamiseksi. Todettiin, että liitto on yhdessä ihotautilääkäreiden kanssa omatoimisesti kehittänyt riittävät valotuskaaviot ja muut tarvittavat

ohjeet. STUK antoi lisäopastusta annosten laske-
miseksi.

Yksi markkinoilla oleva ihoanalyysiin käytet-
tävä UV-laite tarkastettiin markkinavalvontana.

Panimoon asennettujen UV-lamppujen työ-
suojeluriskit kartoitettiin käyttöpaikalla tehdyillä
mittauksilla.

Yleisöesityksissä käytettäviä suuritehoisia la-
serlaitteistoja tarkastettiin neljä kappaletta.

4.3 Sähkömagneettiset kentät

Matkapuhelimien markkinavalvonta

Markkinavalvonta käynnistettiin vuonna 2003.
Säteilytestauksia on tähän mennessä tehty yh-
teensä 45 matkapuhelimelle (liitteen 1 taulukko
XX). Vuonna 2005 testattiin 15 puhelinta. Niiden
SAR-arvot vaihtelivat välillä 0,27–1,23 W/kg, eli
yhdenkään puhelimen SAR-arvo ei ylittänyt enim-
mäisarvoa 2 W/kg. UMTS-puhelimien testaaminen
siirtyi vuoteen 2006, koska maahantuojat ei kye-
nyt toimittamaan testauksiin soveltuvaa kohtuu-
hintaista tukiasemasimulaattoria.

Muu valvonta

Säteilyturvallisuutta parantavista hankkeista
merkittävin oli puolustusvoimien kanssa harjoi-
tettu yhteistyö tutka- ja radiolaitteista lähtevän
RF-säteilyn säädösten ja valvonnan kehittämisek-

si. Pääesikunnan kanssa neuvoteltiin valvonnan
ja säädösten nykytilasta ja kehittämistarpeista.
Neuvottelun perusteella pääesikunta asetti selvi-
tysmiehen, jonka tehtävänä oli vuoden 2005 lop-
puun mennessä tehdä esitys, miten RF-säteilyval-
vonta organisoidaan puolustusvoimissa ja ovatko
nykyiset varomääräykset ajanmukaisia. STUK
suoritti kolmella paikkakunnalla ilmavoimien tut-
kakaluston säteilymittauksia, joiden yhteydessä il-
mavoimien henkilöstöä opastettiin mittausten suo-
rituksessa. STUK on kommentoinut tekeillä olevan
ilmavoimien uuden säteilyturvallisuusohjeen luon-
noksia. Radio- ja tutkalaitteiden mittauksia suori-
tettiin myös merivoimien aluksella. Siviilipuolella
selvitettiin satamanosturien käyttäjien altistumis-
ta läheisen laivan radio- ja tutkalaitteiden RF-sä-
teilylle.

Kahden GSM-tukiaseman säteilyturvallisuus
arvioitiin. Myös tukiasemälähtettä tarkastet-
tiin.

Tasasuuntaajien synnyttämiä magneettikenttiä
mitattiin työ- ja toimistotiloissa.

4.4 Poikkeavat tapahtumat

Poikkeavasta tapahtumasta ilmoittaminen, mitä
säteilyasetuksen 17 § edellyttää (ks. kohta 2.9),
koskee myös tapahtumia ionisoimattoman säteilyn
käytössä. Vuonna 2005 tietoon ei tullut poikkeavia
tapahtumia ionisoimattoman säteilyn käytössä.

5 Säännöstötyö

5.1 ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita.

Vuonna 2005 julkaistiin seuraavat ohjeet:

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa.

5.2 Muu säännöstötyö

STUK avusti STM:ää tehtäessä muutoksia säteilylakiin (muutos 1179/2005) ja säteilyasetukseen (muutos 1264/2005). Muutoksilla pantiin täytäntöön EU:n neuvoston direktiivi korkea-aktiivisista umpilähteistä (2003/122/Euratom). Muutoksissa huomioitiin myös Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) säteilylähteiden vientiä ja tuontia koskeva käytännösäännöstö. Säteilylakiin lisättiin kokonaan uusi luku 8 a, jossa korkea-aktiivisten umpilähteiden käytölle asetetaan entistä tarkem-

pia vaatimuksia. Merkittävin uusi vaatimus on, että korkea-aktiivisten umpilähteiden haltijoiden on asetettava taloudellinen vakuus, jolla varmistetaan lähteen jätahuoltokustannukset käytön päätyttyä. Vakuutta ei kuitenkaan vaadita valtion, kuntien tai muiden julkisyhteisöjen laitoksilta.

Samanaikaisesti säteilylakiin tehtiin joitakin selvennyksiä, jotka koskevat kaikkea säteilyn käyttöä. Ne koskevat toiminnanharjoittajan velvollisuutta järjestää henkilökunnalleen koulutusta (14 a §) sekä velvollisuutta pitää kirjaa säteilylähteistä ja ilmoittaa kirjanpitotapahtumista STUKille (14 b §). Lisäksi tarkennettiin annosmittauspalvelujen hyväksyntämenettelyjä (32 a §). Nämä selvennykset eivät tuo muutoksia nykyisiin käytäntöihin, koska vastaavat vaatimukset on jo aikaisemmin asetettu ST-ohjeissa tai STUKin erillisillä päätöksillä.

Lisäksi STM:ää avustettiin optista säteilyä koskevan direktiivin valmistelussa.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa tietoa, joka kehittää asiantuntemusta ja tukee viranomaistoimintaa ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

6.1 Ionisoiva säteily

Ionisoivaan säteilyyn liittyvä tutkimus- ja kehitystyö tehtiin seuraavassa esitetyissä projekteissa.

Tietokonetomografialaitteiden käytön optimoinnin parantaminen

Tietokonetomografiatutkimusten (TT-tutkimusten) määrä on jatkuvasti kasvanut ja laitetekniikan kehittyessä tutkimuksille on löydetty yhä uusia käyttökohteita. Vaikka TT-tutkimusten osuus on vain noin 5 % kaikista röntgentutkimuksista, niistä aiheutuu noin 40 % potilaiden kaikista röntgentutkimuksista yhteensä saamasta säteilyannoksesta. EU:n antamat laatukriteerit ja vertailutasot ovat osittain vanhentuneet, ja uusien monileikelaiteiden käytössä optimointi kuvanlaadun ja annoksen suhteen on usein painottunut liiaksi hyvän kuvanlaadun tavoitteluun. STUKin tutkimusprojektissa tavoitteena on

- laatia suositukset optimoinnin parantamiseksi
- päivittää TT-tutkimusten vertailutasot ja antaa vertailutasot myös lasten tutkimuksille
- kehittää tarkastuksiin soveltuva rutiinimenetelmä
- päivittää TT-tutkimusten laadunvalvontaopas.

Vuonna 2005 saatettiin loppuun TT-laitteiden mittaukset ja käynnistettiin kliinisen kuvanlaadun arviointi. Kuvanlaadun arvioinnin tekevät Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) radiologit.

Mittaustulosten mukaan TT-tutkimusten keskimääräiset annokset (TT-annoksen tilavuuskeskiarvot) ovat monileikelaiteilla yleensä suuremmat kuin 1-leikelaiteilla. Eri sairaaloiden välillä annoksissa todettiin eroja, jotka osoittavat tarvetta opti-

moinnin parantamiseen. Annokset olivat osittain suurempia, osittain selvästi pienempiä kuin käytössä olevat potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot. Vertailutasoja TT-tutkimuksissa päivitetäänkin tulosten perusteella vuonna 2006. Pohjoismaisena yhteistyönä tehdyn potilasannosselvityksen perusteella annetaan vertailutasot myös lasten TT-tutkimuksille. Laadunvarmistuksesta kerättyä yhteenvetoa käytetään hyödyksi käynnissä olevan röntgentutkimusten laadunvalvontamenetelmiä koskevan oppaan valmistelussa. Selvityksessä käytettyä tutkimuskohtaisten annosten mittaamenetelmää hyödynnetään säteilyn käytön tarkastuksissa. Tutkimusprojektista valmistuu loppuraportti vuonna 2006, ja tuloksista laaditaan myös kansainvälinen lehtijulkaisu.

Henkilökunnan tutkimuskohtaiset säteilyannokset toimenpideradiologiassa

Tutkimusprojektin tarkoituksena on:

- selvittää henkilökunnan säteilyannokset tutkimuskohtaisesti ja suhteuttaa ne vastaavien tutkimusten potilasannoksiin
- selvittää eri työvaiheiden osuus henkilökunnan annokseen (läpivalaisu/kuvaus).

Projektissa käytettävien dosimetrien käyttöä testattiin ja lisäksi selvitettiin suojaesiliinan vaikutusta radiologin efektiiviseen annokseen. Projektin yhteydessä tutustuttiin HUSin kardiologisen klinikan tutkimuskohtaisten henkilöannosmittausten toteuttamiseen. Projekti jatkuu vuonna 2006 ja liittyy osittain EU-SENTINEL -hankkeeseen (ks. jäljempänä).

Säteilytyslaite biologisiin tutkimuksiin

Projektissa suunniteltiin ja valmistettiin alfa-lähteeseen perustuva säteilytyslaite biologisia tutkimuksia varten. Projekti toteutetaan yhteistyössä STUKin Tutkimus- ja ympäristövalvonta -osaston (TKO) Säteilybiologian laboratorion (SBL) kanssa

ja se liittyy SBL:n naapurisoluvaikutus (bystander effect) -tutkimukseen.

Säteilytyslaite valmistui ja laitteen tekniikasta ja dosimetriasta tehtiin tieteellinen julkaisu.

SENTINEL-hanke

Vuonna 2005 käynnistyi säteilyn diagnostiseen käyttöön liittyvä EU-koordinoitu projekti Safety and efficacy for new techniques and imaging using new equipment to support European legislation (SENTINEL). Projekti koostuu kahdeksasta työpaketista, jotka kattavat tietokonetomografia-tutkimuksia lukuunottamatta lähes koko säteilyn diagnostisen käytön alueen. STUK osallistuu ensisijaisesti seuraaviin aihekokonaisuuksiin:

- suorituskystandardit/läpivalaisun kuvanlaadun arviointi matemaattisesti
- kardiologia/potilasannosten kokoaminen sydäntutkimuksissa
- toimenpideradiologia/potilasannosten kokoaminen toimenpideradiologiassa
- henkilökunnan annokset toimenpideradiologiassa
- mammografiatutkimukset.

Vuoden 2005 aikana käynnistettiin toimenpideradiologian potilas- ja henkilöannosten seuranta-tutkimus sekä osallistuttiin projektin kokouksiin. Projekti jatkuu vuoden 2007 alkupuolelle.

Opinnäytetyöt

Opinnäytetöiden tuloksia voidaan hyödyntää STUKin toiminnassa tai tulokset vaikuttavat säteilyturvallisuuden paranemiseen Suomessa.

Potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa

Työssä kehitettiin mittaamenetelmiä röntgenkuvaukseen perustuvasta luun mineraalipitoisuuden mittauksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittämiseksi. Työ valmistui vuonna 2005.

Laitteiden toimintatapojen, säteilylaatuerojen ja käytössä olevien erilaisten mittaushjelmien takia eri laitteiden aiheuttamat annokset eroavat toisistaan. Potilaan säteilyaltistusta voidaan kuitenkin alentaa kolmanneksella samaa laitetta käytettäessä, mikäli tutkimuksia optimoidaan ja kuvattavien tutkimuskohteiden määrää vähennetään nykyisestä. Potilaiden efektiiviset annokset olivat perifeerisen luuston mittauksissa alle

0,5 μ Sv, mutta sentraalisen luuston mittauksissa annokset vaihtelivat välillä 0,1–78 μ Sv lähinnä mittaushetken ja niiden lukumäärän mukaan. Kiinteästi asennettujen laitteiden käytössä tai laadunvalvonnassa ei havaittu merkittäviä puutteita.

Potilaan säteilyaltistus röntgentutkimuksissa

Työn tarkoituksena oli selvittää potilaan säteilyaltistuksen valtakunnalliseen seurantaan soveltuva menettely röntgentutkimuksissa. Selvitys toteutettiin kokeiluluonteisena muutamien valittujen röntgentutkimusyksiköiden ja röntgentutkimusten avulla.

Tulokset osoittivat, että hyvät käytännöt potilaan säteilyaltistuksen seurannassa olivat monessa röntgenkuvauksyksikössä vielä muokkautumassa. Valmiudet ja järjestelyt potilaan säteilyaltistuksen määrittämiseen vaihtelivat suuresti, ja sekä resurssien ohjausta että koulutusta aiheesta on yhä järjestettävä. Potilasannosrekisterin tarvitsemien tietojen keruu näyttää pääosin tarpeelliselta toteuttaa otosluonteisesti, ja potilaan efektiivisen annoksen laskenta on tarkoituksenmukaista keskittää STUKin tehtäväksi. Selvityksestä valmistuu raportti vuoden 2006 alussa.

6.2 Ionisoimaton säteily

Pääosa ionisoimattomaan säteilyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin seuraavassa esitettyjen yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien puitteissa.

Matkaviestinnän terveysriskien arviointi (HERMO)

HERMO-projektin puitteissa on tarkoituksena selvittää, miten matkapuhelimen säteily vaikuttaa porsaan aivojen toimintaan. Altistuslaitteisto ja alustava dosimetria saatiin pääosin valmiiksi jo edellisen vuoden puolella. Laitteisto osoittautui porsaskokeissa hyvin toimivaksi. Porsaan päätä simuloiva fantomi valmistuu vuoden 2006 alussa, minkä jälkeen SAR-mittaukset voidaan tehdä.

Toisena HERMO-projektiin kuuluvana tehtävänä määritettiin Kuopion yliopiston eläinkokeissa olleisiin nuoriin rottiiin absorboituva radiotaajuinen teho (koko kehon SAR). SAR määritettiin lämpötilannousun mittauksilla homogeenisilla rotfantomeilla.

Matkapuhelimien ja tukiasemien aiheuttaman altistumisen määrittämenetelmiä koskeva tutkimus (AMEST)

Projektissa kehitetään testaus- ja mittaussmenetelmiä matkapuhelimien ja niiden tukiasemien aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien aiheuttaman altistumisen määrittämiseksi.

Tukiasemien antennin läheisyydessä työskentelevät ihmiset altistuvat antennista lähtevälle RF-säteilylle, ja altistuminen voi jopa ylittää altistumisen enimmäisarvot. Tyypillisen tukiasema-antennin lähellä esiintyvät sähkö- ja magneettikentät sekä SAR-arvo mitattiin STUKin SAR-testausjärjestelmällä. Tulokset osoittivat, että tehotiheyteen perustuva altistumisarvio on huomattavasti konservatiivisempi kuin SAR-määrittämiseen perustuva. SAR-raja voi ylittyä alle 20 cm:n etäisyydellä antennista, kun tehotiheysraja ylittyy jo noin 70 cm:n etäisyydellä. SAR-mittauksia verrattiin Teknillisen korkeakoulun (TKK) sähkömagneettikan laboratorion kehittämällä laskentamallilla saatuihin tuloksiin. Erot olivat merkityksettömän pieniä.

Muu tutkimustoiminta

Ionisoimattoman säteilyn yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien lisäksi tutkimusta ja teknistä kehitystyötä suoritettiin osana NIR-laboratorion perustoimintaa.

Magneettikuvaus

Magneettikuvauksessa yleistyvien avomagneettilaitteiden ongelma on se, että hoitohenkilökunta altistuu magneettikentille erityisesti toimenpideradiologisissa tutkimuksissa. Alustavien hajakenttämittausten perusteella näyttäisi siltä, että altistuminen staattiselle ja radiotaajuiselle magneettikentälle on lähellä ICNIRPin (International

Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) ohjearvoja ja voi jopa ylittää ne. Tulevaisuudessa ongelma kasvaa siirryttäessä entistä voimakkaampia kenttiä hyödyntäviin laitteisiin. Selvitystä on tarkoitus jatkaa vuonna 2006 yhteistyössä Työterveyslaitoksen kanssa.

Opinnäytetyöt

UV-A-säteilyn vaikutus

Väitöskirjatyön yhteenvedo UV-A-säteilyn vaikutuksesta hiiren melanoomaan valmistui.

GSM-puhelimien akkuvirtojen aiheuttamat induktiovirrat

Pro Gradu -työssä kehitettiin malli GSM-puhelimien akkuvirtojen aiheuttamien induktiovirtojen laskemiseksi puhelimen käyttäjän aivoissa. Indusoituneet virrat laskettiin työtä varten kehitetyllä ELF-ratkaisimella. Lähtötietona käytettiin GSM-puhelimen tuottamaa magneettikenttää ja tuloksia verrattiin TKK:lla tehtyihin laskelmiin. Laskelmat osoittivat puhelimen indusoidut virrat altistumisen kannalta merkityksettömän pieniksi.

Suurtaajuuskuumentimien

RF-hajakentälle altistuminen

Diplomityössä laskettiin suurtaajuuskuumentimien RF-hajakentälle altistuvan työntekijän kehoon indusoituvia virtoja ja absorboituvaa RF-tehoa (SAR). Virtoja ja mitattuja sähkökenttiä verrattiin kokeellisella kuumentimen mallilla tehtyihin mittauksiin. Tulokset täsmäsivät hyvin. Kiinnostava tulos oli erityisesti se, että tutkimuksen perusteella näyttää mahdolliselta arvioida työpaikoilla tehtävien kehovirtamittausten perusteella, ylittävätkö SAR-rajat.

7 Kansainvälinen yhteistyö

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittaussmenetelmien kehittämistä ja myös säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä, toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (IAEA, NACP, EURADOS, EUROMET, ESTRO, ESOREX, ICRU, NEA, AAPM, NOG, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP).

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2005 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- Pohjoismainen dosimetriaa käsittelevä työryhmä
- Pohjoismainen diagnostiikkaa käsittelevä työryhmä (ionisoivan säteilyn käyttö terveydenhuollossa)
- EUROMETin (European Collaboration on Measurement Standards) ionisoivan säteilyn työryhmä
- ESTROn (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) klinisen auditoinnin työryhmä (sädehoito)
- Pohjoismainen umpilähdetyöryhmä NORGUSS
- IAEA:n RASSC (Radiation Safety Standards Committee) -työryhmä
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) työntekijöiden henkilökohtaisten annosten mittaussmenetelmien harmonisointia käsittelevä työryhmä
- Työntekijöiden henkilökohtaisten annosten mittaussmenetelmien harmonisointia ja terveydenhuollon henkilöstön säteilysuojelumittauksia koskevat EURADOSin työryhmät
- Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuusasioita

harmonisoiva eurooppalainen komitea, CENELEC TC61

- Sähkömagneettisia kenttiä käsittelevät standardisointityöryhmät CENELEC TC106X/WG1 ja CENELEC TC106X/WG9
- UV-säteilyä käsittelevä standardisointityöryhmä IEC TC61/MT16
- Pohjoismainen otsoni- ja UV-työryhmä NOG.

Osallistuminen muihin kansainvälisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kansainvälisiin kokouksiin ja kongresseihin ja pitivät niissä esitelmää ja luentoja (järjestäjinä muun muassa IAEA, EANM, ESTRO, EUROMET, CIPM, EU:n komissio).

Muu kansainvälinen yhteistyö

STUK osallistuu eurooppalaiseen ESOREX-projektiin (European Study on Occupational Radiation Exposures). Vuonna 2005 päivitettiin projektin raportti, joka käsittelee säteilyaltistuksen seuranta Suomessa. Projektin puitteissa koottiin myös säteilytyöntekijöiden annostilastoja vuosilta 2001–2004.

STO:n asiantuntijat osallistuivat kahteen EU:n rahoittamaan projektiin, joista toisessa kehitettiin Latvian säteilyturvallisuusviranomaisen laadunhallintajärjestelmää (Phare-projekti) ja toisessa arvioitiin Romanian säteilysuojelusäännöstöä.

STO:n edustajat osallistuivat EURADOSin henkilökohtaisten säteilyannosten mittausta koskevan IM 2005 -kokouksen valmisteluun Wienissä.

STUK vastasi pohjoismaisten säteilysuojeluviranomaisten solariumkannanoton valmistelusta. Työ aloitettiin vuonna 2004 ja kannanotto julkaisiin vuonna 2005. Kannanoton mukaan solariumien käyttöä rusketuksen hankkimiseen tai muu-

hun lääketieteellisesti perustelemattomaan tarkoituksen pitäisi välttää ja erityisen tärkeää olisi, että alle 18-vuotiaat ja herkkäihoiset eivät käyttäisi solariumia lainkaan. Kannanotossa toivotaan, että EU:n komissio ryhtyisi mahdollisimman pian valmistelemaan EU:n suosituksia solariumin käytölle.

ICNIRPin pysyvän asiantuntijakomitean (SC 3, Science and technology) puitteissa osallistuttiin radiotaajuisia kenttiä koskevan kirjallisuustutkimuksen valmisteluun ja pientaajuisia kenttiä koskevien ohjearvojen tarkistustyöhön.

8 Kotimainen yhteistyö

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (muun muassa Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Eurolab-Finland, SESKO).

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2005 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Sädehoitofysikoiden neuvottelupäivät
- Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostikassa -koulutuspäivät
- Säteilyturvallisuus ja laatu röntgentekniikassa -koulutuspäivät
- Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketieteessä -neuvottelupäivät
- Sädeturvapäivät yhteistyössä Suomen radiologiyhdistyksen kanssa
- Teollisuuden säteilyturvallisuuspäivät
- Työntekijöiden annosmittauksia koskeva neuvottelu- ja koulutustilaisuus ulkoisen säteilyn henkilöannosmittauksia tekevien annosmittauspalvelujen kanssa
- Vastaavan johtajan koulutusta antavien koulutusorganisaatioiden seminaari vastaavan johtajan säteilysuojelukoulutuksesta teollisuuden, tutkimuksen ja kaupan toimialueella sekä asennus- ja huoltotehtävissä
- Yhteistyöneuvottelu Lääkelaitoksen sekä STO:n ja NIRin välillä
- Yhteistyöneuvottelu Stakesin kanssa tutkimusmäärien rekisteröinnistä ja yhteistyöryhmän perustamisesta.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

SM-kenttien säteilyturvallisuusstandardisointia käsittelevä SK 106 -komitea piti kaksi kokousta

ja kotitaloussähkölaitteiden standardisointia käsittelevä SK 61 -komitea kolme kokousta, joihin STUKin edustajat osallistuvat ja joissa käsiteltiin vastaavia IEC:n (International Electrotechnical Commission) ja CENELECin (European Committee for Electrotechnical Standardization) standardiehdotuksia. 14 standardiehdotuksesta annettiin kommentit ja kannanotot loppuäänestyksessä. Erityisesti on mainittava CENELECin solarium-standardin EN 60335-2-27 muutosesitykseen (CLC/TC 61(SEC)1535) annettu kielteinen loppuäänestyskannanotto. Standardi sallii liian voimakkaat laitteet valvomattomaan käyttöön, solariumista saatava UV-säteilyn vuosiannos on liian suuri ja laitteiden luokituksen hämärtäminen vaikeuttaa valvontaa käyttöpaikoilla.

Osallistuminen muihin kotimaisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja.

Muu kotimainen yhteistyö

Lastenradiologien kanssa tehdyn yhteistyön tuloksena julkaistiin opas ”Lasten röntgentutkimusohjeisto” (STUK tiedottaa, 1/2005). Oppaan tavoitteena on kiinnittää erityistä huomiota lasten röntgenkuvausten säteilyturvallisuuteen.

STO:n terveydenhuollon säteilyn käytön tarkastajat ja klinisiä auditointeja tekevän Qualisan Oy:n edustajat tapasivat ensimmäistä kertaa vuonna 2005.

STM:ää avustettiin säteilylain ja -asetuksen muutosten sekä optista säteilyä koskevan direktiivin valmistelussa (ks. kohta 5.2).

STO:lla ja NIR-laboratoriossa ohjattiin korkea-koulu- ja yliopisto-opiskelijoiden opinnäytetöitä (ks. kohdat 6.1 ja 6.2).

9 Viestintä

Kirjat, tiedotteet ja katsaukset

STUK julkaisee Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan, johon kuuluu yhteensä seitsemän kirjaa. NIRissä toimitettavien kirjojen tilanne vuonna 2005 oli seuraava:

- Ionisoimaton säteily – Sähkömagneettiset kentät -kirja (kirja nro 6) saatiin valtaosin taitettua.
- Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja laser-säteily -kirjan (kirja nro 7) käsikirjoituksesta saatiin yli 50 % valmiiksi.

Tehtiin päivitetty uusintapainos Ionisoimaton säteily ja ihminen -katsauksesta.

Ajankohtaistiedottaminen

Osallistuttiin STUKin verkkosivujen uudistustyöhön. Suomenkielisten sivujen sisältöä päivitettiin, säteilyn käyttäjien extranet-sivujen kehityshanke käynnistettiin ja englanninkieliset sivut uudistettiin.

Vuonna 2000 aloitettua UV-indeksin ylläpitoa jatkettiin verkkosivuilla huhti-syyskuun välisenä aikana.

Järjestettiin UV-tiedotustilaisuus keväällä 2005 yhdessä Syöpäjärjestöjen ja Ilmatieteen laitoksen kanssa. STUKin aiheena tilaisuudessa oli aurinkorasvat.

Lehdistötiedotteita laadittiin seuraavista aiheista:

- Suomalaiset työntekijät altistuivat säteilylle Chilessä.
- Röntgenkuvaukseen voi lähettää vain lääkäri.
- Alara: Säteilylähteiden inventaari paljasti puutteita.
- STUK antoi ohjeen lentohenkilökunnan säteilyturvallisuudesta.

- Syövän tutkiminen radioaktiivisilla lääkkeillä yleistyy.
- Työntekijöiden säteilyannokset pysyivät riittävän pieninä.
- Rajoilta ei löytynyt yhtään säteilevää kuljetusta.
- Solariumrusketus ei suojaa ihoa palamiselta.
- Aurinkosuojaovoiteita pitää levittää reilusti.
- Pohjoismainen kannanotto: solariumin käyttöä pitäisi välttää.
- STUKin testaamien kännyköiden säteily ei ylitä suositusrajoja.

Lisäksi:

- Toiminnan harjoittajille ja säteilyn käyttäjille annettiin aktiivisesti tietoa säteilysuojelusta, uusista määräyksistä ja niiden perusteista neuvottelupäivillä, seminaareissa ja koulutustilaisuuksissa.
- Tiedotusvälineille annettiin haastatteluja ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn altistukseen liittyvissä asioista.
- Yksityishenkilöitä, yrityksiä ja julkisia organisaatioita opastettiin säteilysuojeluongelmissa sekä puhelin- että verkkopalvelulla.
- Laadittiin lehtiartikkeleita ja -kirjoituksia.
- Avustettiin STUKin julkaisemaa Alara-lehteä kirjoittamalla siihen artikkeleita.

Koulutusluennot

NIR-laboratorion johtaja luennoi TKK:lla kurssin ”Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset” (kurssin laajuus 2 opintoviikkoa).

STO:n ja NIR-laboratorion edustajat luennoivat toimittajien säteilykoulutuskurssilla STUKissa huhtikuussa.

10 Mittanormaalitytoiminta

STUK toimii säteilysuureiden kansallisena mittanormaalitylaboratoriona ja pitää yllä mittanormaalityja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. STUK huolehtii omien mittanormaalityensa kalibroinneista säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärylaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EUROMET-järjestön toimintaan.

Mittanormaalitytoiminnasta vastaavat STO:n Dosimetrialaboratorio (DOS-laboratorio) ionisoivan säteilyn osalta ja NIR-laboratorio ionisoimattoman säteilyn osalta.

10.1 Ionisoiva säteily

Mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

Vuonna 2005 hankittiin DOS-laboratorioon uusi röntgenkuvauslaitteisto, parannettiin henkilöannosmittarien kalibrointien luotettavuutta määrittämällä laboratorion käyttämien röntgensäteilykeilojen säteilylaatuominaisuudet myös pienillä, alle 30 kV:n säteilylaaduilla ja otettiin käyttöön tietokonetomografian röntgentutkimuksissa käytettävien DLP-mittarien kalibrointimenettely. Lisäksi toteutettiin laboratorion mittanormaalitytoiminnan ulkoinen arviointi. Mittanormaalitytoimintaan kohdistui myös kaksi STUKin sisäistä auditointia. Arvioinnissa ja auditoinneissa toiminnasta ei löytynyt merkittävää huomauttamista.

Säteilyn käyttäjien säteilymittausten luotettavuuden varmistamiseksi julkaistiin sädehoidon annosmittausohje.

Mittari- ja mittausvertailut

DOS-laboratorio osallistui kolmeen EUROMET-kalibrointivertailuun:

- ilmakerma-suureen vertailu röntgensäteilyllä

- annosekvivalenttisuureen vertailu röntgensäteilyllä
- veteen absorboituneen annoksen vertailu ^{60}Co -gamma-säteilyllä.

Näiden vertailujen tulokset eivät vielä ole käytävissä.

Lisäksi osallistuttiin IAEA:n vuosittaiseen absorboituneen annoksen TLD-mittausvertailuun ^{60}Co -gamma-säteilyllä ja lineaarikiihdyttimen fotonisäteilyllä (6 MV). STUKin tulos poikkesi vertailuarvosta 0,2 % ^{60}Co -säteilyllä ja 0,6 % kiihdyttimen fotonisäteilyllä. Molemmat tulokset ovat reilusti hyväksyntärajan 3,5 % sisäpuolella.

Vuonna 2004 suoritettussa IAEA:n vertailuissa STUKin tulokset poikkesivat vertailuarvoista 0,8 % (^{60}Co -säteily) ja 0,3 % (lineaarikiihdyttimen fotonisäteily, 15 MV).

Kuvassa 12 on esitetty STUKin mittaus tulosten poikkeamat vertailuarvosta IAEA:n järjestämissä mittausvertailuissa vuosina 1990–2005.

10.2 Ionisoimaton säteily

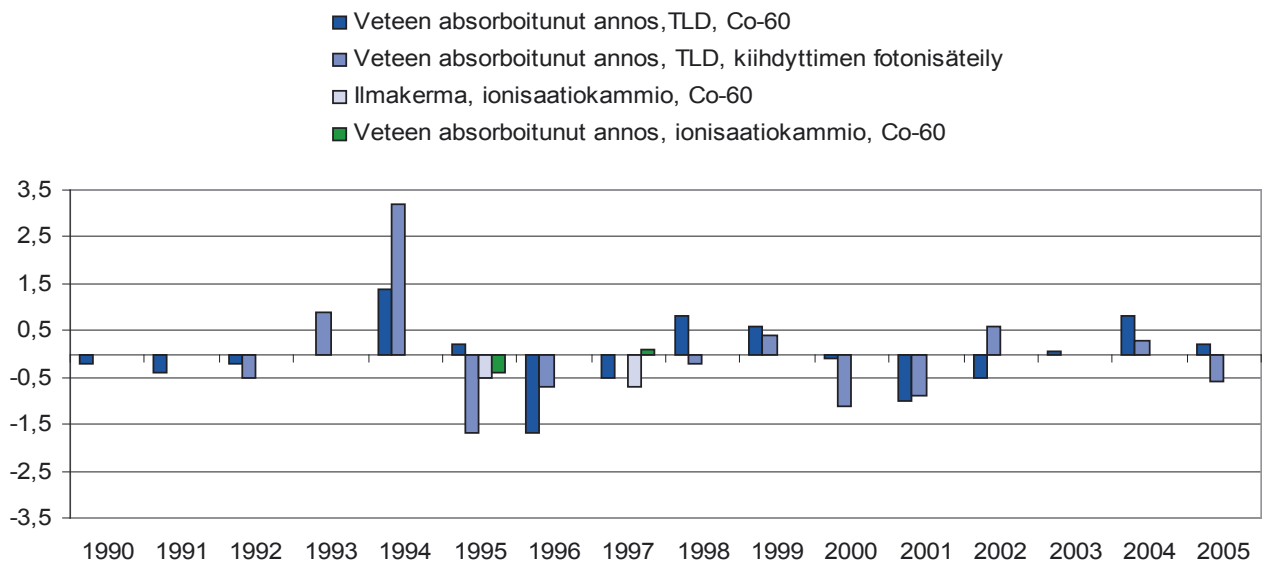
Mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

NIR-laboratorion optinen laboratorio osallistui TKK:n mittaus tekniikan laboratorion koordinoimaan laajakaistaisen UV-A-mittarin kalibroinnin pilotti-vertailuun, johon osallistuivat TUBITAKUME (Turkin mittanormaalitylaboratorio) sekä Dundeen yliopiston ja Guy's & St Thomas's Hospitalin UV-laboratoriot. Vertailussa kaikkien osallistujien tulokset olivat korkeintaan ± 5 %:n päässä toisistaan, mikä on pienempi arvo kuin aikaisemmissa vertailuissa. STUKin ero vertailun referenssiarvosta oli alle 1 %.

NIR-laboratorion radiolaboratorio kalibroi vuonna 2004 sveitsiläisen akkreditointilaboratorion (METAS) tilauksesta kaksi sveitsiläisen SPEAGin

valmistamaa SAR-mittapäätä useilla taajuuksilla. STUKin ja SPEAGin kalibroinnit analysoitiin vuonna 2005 ja tulokset vastasivat toisiaan ilmoitettujen epävarmuusrajojen puitteissa. STUK

osallistui SPEAGin järjestämään kansainväliseen matkapuhelimien testausvertailuun, jossa saman matkapuhelimen SAR mitattiin useassa eri laboratoriossa. Tulokset saadaan selville vuonna 2006.



Kuva 12. STUKin mittaustulosten poikkeama (%) vertailuarvosta IAEA:n mittaustuloksissa vuosina 1990–2005.

11 Palvelut

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

DOS-laboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointitodistuksia annettiin 58 kappaletta ja säteilytystodistuksia 46 kappaletta. Kalibroinneista noin neljäsosa ja säteilytyksistä noin puolet tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

NIR-laboratorio teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 25 kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä 31 kappaletta. NIR-laboratorion palvelusuoritteet vuosilta 2000–2005 on esitetty liitteen 1 taulukossa XVIII. Kalibrointien ja testausten määrä on viime vuosina pysynyt jokseenkin samana.

12 Muuta

NIR-laboratorion asiakastyytyväisyyskysely

Vuonna 2004 suoritettun asiakastyytyväisyyskyselyn tulokset analysoitiin. Asiakkaila ei ollut mitään negatiivista huomautettavaa. Kyselyä jatketaan lähettämällä jokaisen palvelu- ja viranomais-

suoritteon mukana kyselylomake. Vuodelta 2005 ei analyysiä tehty aineiston vähäisyyden vuoksi ja koska tulokset olivat samansuuntaisia kuin vuonna 2004. Vuoden 2005 kyselyn kooste yhdistetään vuoden 2006 tuloksiin.

LIITE 1

TAULUKOT

Taulukko I. Turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä vuoden 2005 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentutkimus	416
Hammasröntgentutkimus ^{*)}	11
Eläinröntgentutkimus	199
Avolähteiden käyttö	45
Umpilähteiden käyttö	22
Sädehoito	11
Muu säteilyn käyttö	19
^{*)} Lupa myönnetty hammasröntgenlaitteille, joita kuitenkin käytetään pääosin muuhun kuin hammasröntgentoimintaan.	

Taulukko II. Terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinröntgentoiminnassa olleiden säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2005 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit) ^{*)}	1 552
Röntgenputket	1 715
• mammografia (ei seulonta)	103
• seulontamammografia	95
• tietokonetomografia	80
• angiografia (ei DSA)	28
• digitaalinen subtraktioangiografia (DSA)	81
• luun mineraalipitoisuuden mitta	86
Hammasröntgenlaitteet	5 200
• tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	4 606
• panoraamaröntgenlaitteet	594
Sädehoidon laitteet	88
• kiihdyttimet	30
• jälkilataushoitolaitteet	11
• röntgenhoitolaitteet tai -kuvauslaitteet	21
• hoitolaitteen simulaattorit	8
• BNCT-hoitoasema	1
• muut laitteet	17
Radioaktiivisia aineita sisältävät laitteet	104
• vaimennuskorjausyksiköt	32
• tasolähteet	23
• kalibrointilähteet	21
• muut laitteet	28
Eläinröntgenlaitteet	235
Radionuklidilaboratoriot	70
• B-tyypin laboratoriot	18
• C-tyypin laboratoriot	50
• muut laboratoriot	2
^{*)} Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

Taulukko III. Turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2005 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö (muu kuin gammaradiografia)	631
Röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	191
Asennus, koekäyttö ja huolto	133
Avolähteiden käyttö	130
Tuonti, vienti ja kauppa	128
Röntgenradiografia	77
Gammaradiografia	7
Radioaktiivisten aineiden valmistus	5
Muu säteilyn käyttö	50

Taulukko IV. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä olleiden säteilylaitteiden ja -lähteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2005 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	6 238
• pintakytkimet	2 329
• pinnankorkeusmittarit	1 071
• tiheysmittarit	995
• pintapainomittarit	568
• kuljetinvälikkeet	514
• fluoresenssianalyysilaitteet	125
• kosteus- ja tiheysmittarit	122
• paksuusmittarit	84
• radiografialaitteet	19
• muut laitteet	411
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet	975
• radiografialaitteet	334
• läpivalaisulaitteet	301
• diffraktio- ja fluoresenssianalyysilaitteet	213
• paksuusmittarit	40
• tuhkamittarit	18
• hiukkaskiihdyttimet	16
• muut röntgenlaitteet	52
Radionuklidilaboratoriot	163
• A-typin laboratoriot	2
• B-typin laboratoriot	28
• C-typin laboratoriot	117
• muut laboratoriot	16

Taulukko V. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytössä olevat radionuklidit sekä lähteiden lukumäärät ja aktiivisuudet vuoden 2005 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)	Kokonaisaktiivisuus*) (GBq)
Aktiivisuus < 400 GBq		
Cs-137	3 884	10 281
Co-60	1 475	1 237
Kr-85	412	5 118
Am-241 (gammalähteet)	358	2 846
Pm-147	169	4 573
Fe-55	145	400
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	114	879
Sr-90	63	197
Cd-109	59	32
Cm-244	30	196
Aktiivisuus > 400 GBq		
Cs-137	27	666 320
Ir-192	11	46 540
Co-60	7	100 175 **)
H-3	1	3 700
*) Käyttöönottaessa ilmoitettujen nimellisaktiivisuuksien summa. Lyhytikäisille radionuklideille (esimerkiksi Ir-192) käytössä oleva aktiivisuus on huomattavasti pienempi kuin nimellisaktiivisuus.		
**) Aktiivisuus 31.12.2005.		

Taulukko VI. Säteilyn käytön tarkastukset vuonna 2005.

Tarkastuksen tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)		
	Teollisuus, tutkimus, opetus, kauppa, asennus, huolto	Terveystarkastus	
		Turvallisuusluvan alainen toiminta	Ilmoitusvelvollisuuden alainen hammas-röntgentoiminta
Käyttöönottotarkastus	31	151	1
Määräaikaistarkastus	107	160	8
Uusintatarkastus	0	3	0
Muu tarkastus tai mittaus	3	3	53
Tarkastuksia yhteensä	141	317	62

Taulukko VII. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset vuonna 2005.

Toiminnan tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	
• röntgentoiminta	247
• hammasröntgentoiminta	4
• eläinröntgentoiminta	24
• isotooppitoiminta	11
• sädehoito	30
• muu säteilyn käyttö	1
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa, asennus ja huolto	
• umpilähteiden käyttö (muu kuin radiografia)	65
• avolähteiden käyttö	18
• kauppa ja huolto	4
• röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	40
• gamma- ja röntgenradiografia	12
• muu säteilyn käyttö	2
Tarkastuksia yhteensä	458

Taulukko VIII. Umpilähteiden tuonti ja vienti vuonna 2005.

Radionuklidi	Tuonti		Vienti	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	40 935	19	4 585	9
H-3	13 475	5 216	16 505	5 570
Kr-85	1 342	93	1 066	73
Pm-147	304	41	169	18
Fe-55	214	63	98	40
Cs-137	122	109	< 1	5
Po-210	26	32	-*)	-
Am-241	24	360	8	1 434
Gd-153	24	33	< 1	2
Co-60	22	24	-	-
Cd-109	18	37	14	29
Am-241**)	8	4	1	1
Sr-90	5	24	1	4
Ni-63	4	7	-	-
muut yhteensä ***)	5	674	2	45
Yhteensä	57 528	6 736	22 449	7 230

*) Merkintä "-/" tarkoittaa, ettei tuontia/vientiä ole ollut.

**) AmBe-neutronilähteet.

***) Tuonti, nuklidit: Ba-133, C-14, Co-57, Eu-152, Ge-68, I-125, I-129, Na-22 ja Sr-85.

Vienti, nuklidit: Eu-152, Cm-244 ja Ge-68.

Taulukko IX. Avolähteiden tuonti ja vienti vuonna 2005.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)	
	Tuonti	Vienti
Mo-99	48 961	12 306
I-131	6 672	1 679
P-32	710	< 1
I-123	116	29
Tl-201	114	- *)
I-125	89	4
S-35	88	-
Y-90	41	-
In-111	35	-
H-3	25	< 1
C-14	14	< 1
Sm-153	7	< 1
F-18	-	24
muut yhteensä **)	13	< 1
Yhteensä	56 885	14 042
*) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei tuonti/vientiä ole ollut. **) Tuonti, nuklidit: Ca-45, Cl-36, Co-57, Cr-51, Fe-55, Ga-67, I-129, Na-22, P-33, Ra-226, Rb-86, Re-186, Se-75 ja Sr-85. Vienti, nuklidit: I-129 ja Pu-236.		

Taulukko X. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus vuonna 2005.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
O-15	26 200
C-11	13 140
F-18	8 615
Br-82	2 738
Ru-103	16
La-140	6
Na-24	6
Au-198	4
muut yhteensä*)	4
Yhteensä	50 729
*) Nuklidit: Cd-109, Cr-51, Cu-64, Pu-236, I-123 ja Sm-153.	

Taulukko XI. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2001–2005.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain						
	Terveydenhuolto		Eläin-röntgen-toiminta	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydin-energian käyttö ^{*)}	Yhteensä ^{**)}
	Röntgen-säteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat					
2001	4 576	919	288	1 128	1 362	2 753	10 899
2002	4 697	891	296	1 180	1 209	3 055	11 190
2003	4 741	906	305	1 114	1 109	2 862	10 901
2004	4 759	915	328	1 070	1 025	3 124	11 082
2005	4 837	896	355	1 172	995	3 584	11 698

^{*)} Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

^{**) Tässä sarakkeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakkeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muulle säteilylle ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydineenergian käytön parissa.}

Taulukko XII. Toimialakohtaiset kokonaisannokset (syväannosten summat) vuosina 2000–2005.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)						
	Terveydenhuolto		Eläin-röntgen-toiminta ^{*)}	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydin-energian käyttö ^{**)}	Yhteensä
	Röntgen-säteilylle altistuvat ^{*)}	Muille säteilylähteille altistuvat					
2001	1,68	0,11	0,06	0,22	0,10	2,58	4,75
2002	1,69	0,13	0,07	0,24	0,09	4,12	6,36
2003	1,55	0,12	0,07	0,20	0,09	2,38	4,41
2004	1,48	0,12	0,06	0,23	0,09	4,16	6,15
2005	1,48	0,14	0,06	0,19	0,09	3,42	5,38

^{*)} Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

^{**) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.}

Taulukko XIII. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2005.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonais-annos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit**)	167	0,59	4,4	3,5	26,5
Radiologit**)	553	0,39	2,5	0,7	24,3
Toimenpideradiologit**)	20	0,21	11,2	10,6	42,2
Kirurgit**)	242	0,08	2,2	0,3	19,2
Röntgenhoitajat**)	2 642	0,11	0,5	0,0	2,8
Teollisuuskuvaajat	376	0,09	0,9	0,2	5,7
Tutkijat	769	0,04	1,2	0,0	3,7
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt	776	1,25	2,1	1,6	11,9
• siivous	253	0,36	2,4	1,4	9,5
• aineenkoetus	232	0,24	1,3	1,0	12,1
• eristetyöt	93	0,33	4,0	3,5	13,5
• säteilysuojelu	85	0,15	2,0	1,7	7,7
• käyttöhenkilökunta	272	0,08	0,7	0,3	5,4

*) Kirjauskynnys ydinvoimalaitoksissa työskenteleville on 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen.

**) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystarkkailun ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

Taulukko XIV. Merkittävimmät radioaktiiviset pienjätteet kansallisessa varastossa (joulukuu 2005).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	16 540
Cs-137	2 221
Pu-238	1 621
Kr-85	1 230
Am-241	1 194
Sr-90	262
Ra-226	231
Co-60	199
Cm-244	77
U-238	687 kg

Taulukko XV. STUKiin vuonna 2005 vastaanotetut radioaktiiviset pienjätteet.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
Am-241	283
Kr-85	66
H-3	57
Pm-147	18
Cs-137	12
Fe-55	4
Co-60	2
Cl-36	1,9
Sr-90	0,6
Ni-63	0,5
Ra-226	0,5
Tl-204	0,023

Taulukko XVI. Organisaatiot, joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen.

Organisaatio	Mittalaite	Kalibrointi voimassa	Huomautus
Gammadata Mäteteknik i Uppsala AB/ Gammadata Finland Oy, Helsinki	Alfajälki-ilmaisimeen perustuva radonmittauspurkki	1.1.2007	Purkkimittausmenetelmällä voidaan määrittää radonpitoisuuden pitkän aikavälin keskiarvo. Menetelmä ei sovellu radonpitoisuuden ajallisten vaihteluiden selvittämiseen. Menetelmä on hyväksytty myös asuntojen radonmittauksiin.
<ul style="list-style-type: none"> Lahden kaupunki Turun ammattikorkeakoulu Tampereen ammattikorkeakoulu 	<ul style="list-style-type: none"> Pylon AB-5 Pylon AB-5 Pylon AB-5 ja AlphaGuard 	<ul style="list-style-type: none"> 11.6.2006 11.6.2006 22.9.2006 23.9.2006 	Jatkuvatoimiset mittalaitteet, joilla voidaan rekisteröidä radonpitoisuuden ajalliset vaihtelut. Laitteet soveltuvat työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksiin.

Taulukko XVII. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja lentohenkilöstön kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2001–2005.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2001	677	1 751	1,14	3,03
2002	692	1 799	1,07	2,93
2003	739	1 746	1,09	3,02
2004	739	1 801	1,19	3,45
2005	739	1 861	1,31	3,80

Taulukko XVIII. NIR-laboratorion suoritteet.

Vuosi	Viranomais-tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuus-arvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2000	17	0	7	31	1	56
2001	23	2	16	27	9	77
2002	36	1	4	31	13	85
2003	49	0	3	23	11	86
2004	55	3	1	30	12	101
2005	66	1	1	25	31	124

Taulukko XIX. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset.

Vuosi	Lukumäärä (kpl)
2000	14
2001	17
2002	36
2003	31
2004	30
2005	36

Taulukko XX. Matkapuhelimien SAR-testaukset.

Vuosi	Lukumäärä (kpl)
2003	12
2004	18
2005	15

Vuonna 2005 valmistuivat seuraavat julkaisut, joissa tekijänä tai tekijöinä oli STO:n tai NIRin työntekijöitä:

Kansainväliset julkaisut

Ilvonen S, Sihvonen A-P, Kärkkäinen K, Sarvas J. Numerical Assessment of Induced ELF Currents in the Human Head Due to the Battery Current of a Digital Mobile Phone. *Bioelectromagnetics* 2005; 26: 648–656.

Nishizawa K, Yoshinaga S, Karppinen J, Vehmas T. Radiation exposure and risk assessment in HRCT. In book: Kusaka Y, Hering KG, Parker JE (eds). *International classification of HRCT for occupational and environmental respiratory diseases*. Tokyo: Springer-Verlag; 2005.

Pastila R, Leszczynski D. Ultraviolet A exposure alters adhesive properties of mouse melanoma cells. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine* 2005; 21: 183–190.

Pastila R, Leszczynski D. Ultraviolet A exposure might increase metastasis of mouse melanoma: a pilot study. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine* 2005; 21: 234–241.

Ylianttila L, Schreder J. Temperature effects of PTFE diffusers. *Optical Materials* 2005; 32: 1811–1814.

Ylianttila L, Visuri R, Huurto L, Jokela K. Evaluation of a single-monochromator diode array spectroradiometer for sunbed UV-radiation measurements. *Photochemistry and Photobiology* 2005; 81: 333–341.

Kokousjulkaisut ja esitelmät kokouksissa

Kansainväliset

Annamäki M, Oksanen E, Venelampi E, Markkanen M. Radon in Finnish mines – regular monitoring since 1972. *Proceedings of the Seventh International Symposium on the Natural Radiation Environment (NRE-VII)*, 20–24 May 2002, Rhodes, Greece. In book: Baxter MS (ed.). *Radioactivity in*

the Environment. Volume 7. Oxford: Elsevier Ltd.; 2005. p. 657–664.

Hakanen A, Kosunen A, Pöyry P, Tapiovaara M. Determination of air kerma to dose equivalent conversion factors for X-ray spectra. *Book of Abstracts, IM 2005, European workshop on individual monitoring of ionising radiation*, 11–15 April 2005, Vienna, Austria. p. 64.

Jokela K. Assessment of magnetic field exposure from EAS devices and metal detectors. In: Karpowicz J (ed.). *Electromagnetic fields in the workplace. Proceedings of International Workshop*. Warsaw, Poland, 5–7 September 2005. Warszawa: Central Institute for Labour Protection; 2005. S3: 41–44.

Jokela K, Toivonen T, Toivo T, Puranen L, Korpinen L, Lipping T, Rorarius M. Exposure system for studying of EEG changes evoked by 900 MHz GSM-modulated EMF in anesthetized pigs. In: *Proceedings of BioEM 2005 a joint meeting of BEMS and EBEA*. Dublin, Ireland, 2005. p. 356–358.

Järvinen H, Wigren T, Berg B, Aaltonen-Brahme P. Three steps to Clinical Audit in radiotherapy. 8th Biennial ESTRO Meeting on Physics and Radiation Technology for Clinical Radiotherapy, 24–29 September 2005, Lisboa, Portugal. *Radiotherapy & Oncology* 2005; 76 Suppl. 2: S80–81.

Kapanen M, Tenhunen M, Hämäläinen T, Parkkinen R, Sipilä P, Järvinen H. Optimization of output measurement frequency of linacs based on acceptable radiobiological risk. 8th Biennial ESTRO Meeting on Physics and Radiation Technology for Clinical Radiotherapy, 24–29 September 2005, Lisboa, Portugal. *Radiotherapy & Oncology* 2005; 76 Suppl. 2: S124–125.

Kiljunen T, Järvinen H, Parviainen T, Komppa T, Savolainen S. Diagnostic reference levels for paediatric radiography in Finland. *Radiological Protection in Transition: Proceedings of the XIV Regular Meeting of the Nordic Society for Radiation*

Protection, NSFS, 27–31 August 2005, Rättvik, Sweden. SSI Rapport 2005:151–154. Stockholm: Statens Strålskyddsinstitut; 2005.

Korpela H. Diagnostic reference levels for nuclear medicine examinations in Finland. Radiological Protection in Transition: Proceedings of the XIV Regular Meeting of the Nordic Society for Radiation Protection, NSFS, 27–31 August 2005, Rättvik, Sweden. SSI Rapport 2005:159–162. Stockholm: Statens Strålskyddsinstitut; 2005.

Markkanen M. Technical guidance on safe installation of a GAC filter used for removing radon from water. Proceedings of the Seventh International Symposium on the Natural Radiation Environment (NRE-VII), 20–24 May 2002, Rhodes, Greece. In book: Baxter MS (ed.). Radioactivity in the Environment. Volume 7. Oxford: Elsevier Ltd.; 2005. p. 665–669.

Nylund R, Pastila R, Leszczynski D. The “Omics” analysis of ultraviolet-A-exposed mouse melanoma cells [abstract 13.63]. HUPO 4th Annual World Congress. Munich, Germany, 29 Aug.–1 Sep. 2005. In: Molecular & Cellular Proteomics 4.8.2005. p. S122.

Parkkinen R, Sipilä P. Verification of implementation of the IAEA TRS 398 for external beams in Finland. 8th Biennial ESTRO Meeting on Physics and Radiation Technology for Clinical Radiotherapy, 24–29 September 2005, Lisboa, Portugal. Radiotherapy & Oncology 2005; 76 Suppl 2: S76.

Pastila R, Ylianttila L, Leszczynski D. UV-A-induced immunosuppression plays a role in UV-A-induced melanoma metastasis in mice. In: 11th Congress of the European Society for Photobiology. Aix-les Bains, France, 3–8 September 2005.

Puranen L. RF fields at FM/TV broadcast stations. In: Karpowicz J (ed.). Electromagnetic fields in the workplace. Proceedings of International Workshop. Warsaw, Poland, 5–7 September 2005. Warszawa: Central Institute for Labour Protection; 2005. S3: 41–44.

Sipilä P, Parkkinen R. Quality control of a brachytherapy dose planning system. 8th Biennial ESTRO Meeting on Physics and Radiation Technology for Clinical Radiotherapy, 24–29 September 2005, Lisboa, Portugal. Radiotherapy & Oncology 2005; 76 Suppl 2: S135–136.

Toivo T, Puranen L, Jokela K. Improved numerical dosimetry for the waveguide exposure chamber used for protein and sperm studies at 900 MHz. In: Proceedings of BioEM 2005 a joint meeting of BEMS and EBEA. Dublin, Ireland, 2005. p. 75–78.

Ylianttila L, Schreder J. Temperature effects of PTFE diffusers. In: Proceedings of 9th International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry. Davos, Switzerland, 17–19 October 2005. p. 65–66.

Kotimaiset

Aallos S-M. Potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 38–41.

Auvinen A, Jartti P, Vartiainen E, Pukkala E. Ammatillisesti säteilylle altistuneiden lääkäreiden syöpävaara. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 9–10.

Järvinen H. (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Järvinen H. Ohje ST 3.3, Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 42–48.

Järvinen H. Kliininen auditointi: STM:n asiantuntijaryhmän selvitykset. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 77–82.

Kiljunen T. ICRP:n suositus digitaalisesta kuvantamisesta – ICRP Publication 93. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 26–30.

Kiljunen T, Järvinen H. Diagnostic reference levels in paediatric radiography. Proceedings of the XXXIX Annual Conference of the Finnish Physical Society, 17–19 March 2005, Espoo, Finland. Teknillisen korkeakoulun fysiikan laboratorin julkaisuja. Espoo: Teknillinen korkeakoulu; 2005.

Kiljunen T, Järvinen H, Parviainen T, Komppa T. Lasten röntgentutkimusten potilasannokset. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 70–76.

Kiljunen T, Järvinen H, Parviainen T, Komppa T. Lasten röntgentutkimusten annokset ja vertailutasot. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 42–46.

Komppa T. ICRP:n perussuositukset ja uusi luonnos 2005. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 57–64.

Kosunen A. SENTINEL-projektin esittely. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 47–49.

Lehtinen M. Uutta STUKin ohjeista ST 1.1, ST 7.1, ST 7.2 ja ST 7.5. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 76–78.

Mannila V. Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen ja vertailutasot. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 7–14.

Mannila V. Potilasannoksen määrittäminen. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 88–92.

Parviainen T. Uudet säädökset ja oppaat. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 65–69.

Pirinen M. Potilasannosmääritysten peruskäsitteet, mittarit ja suureet. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 85–87.

Pöyry P. DAP-mittarin käyttö. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005. s. 17–21.

Pöyry P, Komppa T, Kosunen A. Calibration of dose-area product meters for diagnostic X-ray beams. Proceedings of the XXXIX Annual Conference of the Finnish Physical Society, 17–19 March 2005, Espoo, Finland. Teknillisen korkeakoulun fysiikan laboratorin julkaisuja. Espoo: Teknillinen korkeakoulu; 2005.

Tapiovaara M. Suorituskykyä kuvaavat tekniset suureet digitaalikuvauksessa. Kirjassa: Luennot. XXIX Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 3.–4.11.2005. Tampere: Lege Artis Oy; 2005. s. 31–37.

Vartiainen E. Terveystenhoitoa ja koulutusta koskeva säteilylainsäädäntö; säteilysuojelukoulutusta koskevat uudet määräykset. Kirjassa: Luentolyhennelmät. Valtakunnalliset lääkäripäivät, Helsingin Messukeskus 9.–13.1.2005. s. 169.

STUKin omat julkaisusarjat

Kosunen A, Sipilä P, Parkkinen R, Jokelainen I, Järvinen H. Sädehoidon annosmittaukset. Ulkoisen sädehoidon suurenergisten foton- ja elektronisäteilykeilojen kalibrointi. STUK-STO-TR 1. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Muikku M, Arvela H, Järvinen H, Korpela H, Kostiainen E, Mäkeläinen I, Vartiainen E, Vesterbacka K. Annoskakku 2004 – Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos. STUK-A211. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Tapiovaara M. Röntgenhuoneen säteilysuojaustarpeen arviointiin käytettävä tietokoneohjelma: RtgSuojaus. STUK-STO-TR 2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 2003. STUK-B-STO 58. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Kotimaisen ammattilehden tai oppikirjan artikkelit

Aallos S-M. Potilaan säteilyaltistusta voidaan alentaa selvästi. Selvitys säteilyaltistuksesta luun mineraalipitoisuuden mittauksessa. Alara 2005; 3: 8–9.

Järvinen H. Säteilysuojelun yleiset periaatteet ja säteilysuojelusäännösten vaatimukset. Kirjassa: Soimakallio S, Kivisaari L, Manninen H, Svedström E, Tervonen O (toim.). Radiologia. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö; 2005. s. 82–89.

Kiljunen T. Röntgentutkimusten vertailutasot. Radiografia 2005, 1: 12–13.

Lehtinen M. Annosmittaukset varmistavat säteilysuojelun onnistumisen. Alara 2005; 1: 6–9.

Oksanen E. Umpilähteiden inventaari paljasti puutteita. Alara 2005; 3: 16–18.

Oksanen E. STUK valvoo säteilylähteiden käyttäjiä. Alara 2005; 3: 18–19.

Parkkinen R. Säteilyn käytön oikeutus ja optimointi terveydenhuollossa. Tietoa terveydestä 2005; 6: 31.

Ylianttila L, Huurto L, Visuri R, Jokela K. UV-valohoitolaitteiden laadunvarmistuksen käytännön menetelmien kehittäminen. Lääkelaitoksen julkaisusarja 4/2005, Lääkelaitos 2005.

Opinnäytetyöt

Aallos S-M. Potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto; 2005.

Kännälä S. Radiotaajuisen tehon absorboituminen ihmiskehoon suurtaajuuskuumentimen lähikentässä. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu; 2005.

Sihvonen A-P. Induced extremely low frequency currents from mobile phones in a brain. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto; 2005.

Valvontaraportit

Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2004. STUK-B-STO 57. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Rantanen E (ed.). Radiation Practices. Annual Report 2004. STUK-B-STO 59. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet. Ohje ST 1.1. Säteilyturvakeskus (23.5.2005).

Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa. Ohje ST 12.4. Säteilyturvakeskus (20.6.2005).

Ruotsinkieliset

Strålsäkerhetsgrunder för strålningsverksamhet. Direktiv ST 1.1. Strålsäkerhetscentralen (23.5.2005).

Strålsäkerhet vid flygverksamhet. Direktiv ST 12.4. Strålsäkerhetscentralen (20.6.2005).

Englanninkieliset käännökset

Quality assurance in radiotherapy. Guide ST 2.1. STUK (22 May 2003).

Use of radiation in nuclear medicine. Guide ST 6.3. STUK (18 March 2003).

Radiation safety in practices causing exposure to natural radiation. Guide ST 12.1. STUK (6 April 2000).

The radioactivity of building materials and ash. Guide ST 12.2. STUK (8 October 2003).

Radiation Safety in Aviation. Guide ST 12.4. STUK (20 June 2005).

Esitteet, katsaukset ja STUK tiedottaa -sarja

Lasten röntgentutkimusohjeisto. STUK tiedottaa, 1/2005.

Luonnon radioaktiivisia aineita sisältävät materiaalit. STUK tiedottaa, 2/2005.

Ionisoimaton säteily ja ihminen. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia, heinäkuu 2005.

Lääkäreiden säteilysuojelukoulutus -esite.

LIITE 3**ST-OHJEET. TILANNE 31.12.2005****Yleiset ohjeet**

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet, 23.5.2005
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 10.11.1999
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 16.4.2004
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuuslupa- ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
- ST 1.6 Säteilysuojelutoimet työpaikalla, 29.12.1999
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyyden edellyttämä säteilysuojelukoulutus, 16.4.2004

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus, 22.5.2003
- ST 2.2 Sädehoitolaitteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
- ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
- ST 3.3 Lääketieteelliset röntgentutkimuslaitteet ja niiden käyttö, 27.8.1992
- ST 3.4 Kuvanvahvistin-televisioketjun laadunvalvonta, 24.10.1991
- ST 3.5 Lääketieteellisten röntgentutkimuslaitteiden ja röntgenfilmien kehityksen laadunvalvonta, 3.12.1991
- ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001
- ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 17.2.1999
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 17.2.1999

- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 2.10.2000
- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999
- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huolto-työ, 17.2.1999

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Radionuklidilaboratorioiden säteilyturvallisuusvaatimukset, 1.7.1999
- ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
- ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 25.2.2000
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 1.7.1999
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 1.7.1999
- ST 7.4 Säteilyannosten rekisteröinti 25.2.2000
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 29.12.1999

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.12.2003
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 8.10.1993

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 8.10.2003
- ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 20.6.2005

STUK-B-STO sarjan julkaisuja

STUK-B-STO 60 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2005. Helsinki 2006.

STUK-B-STO 59 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2004. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 58 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 2003. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 57 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2004. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 56 Visuri R, Huurto L, Nyberg H. Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuudessa 1998–2002. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 55 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 54 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 53 Piri A. Säteilysuojelukoulutuksen tila ja tarve Suomessa vuonna 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 52 Miettinen A, Pirinen M. The Dose and Image Quality in Mammography Practice in Finland. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 51 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 50 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 49 Hakanen A. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 48 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 47 Korpela H. Radioaktiivisten lääkeaineiden käyttö Suomessa vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 46 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 45 Jalarvo V, Visuri R, Huurto L. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset 1998–1999. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 44 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 43 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 42 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 41 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 40 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 39 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 38 Korpela H. Use of Radiopharmaceuticals in Finland in 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 37 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 1997. Helsinki 1999.

Täydellisen listan STUK-B-STO-sarjan julkaisuista saa Säteilyturvakeskuksen kirjastosta.